

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFORME DE TESIS**

**“DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DE UN SOFTWARE APLICATIVO  
SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO”**

**PARA OPTAR:  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

Bach. Jorge Enrique, ALVAREZ RUFFRÁN

TACNA – PERÚ

2017

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Tesis**

“DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DE UN SOFTWARE APLICATIVO  
SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO”

Tesis sustentada y aprobada el 06 de Diciembre del 2017; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE:** Mag. Edgar Hipolito Chaparro Quispe

**SECRETARIO:** Ing. Rolando Gonzalo Salazar Calderon

**VOCAL:** Ing. Cesar Julio Cruz Espinoza

**ASESOR:** Ing, Dina Marlene Cotrado Flores

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo **Jorge Enrique Alvarez Ruffrán**, en calidad de: **Bachiller** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI N° **71194521**.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:  
“DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO”  
la misma que presento para optar:  
por el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones

o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la Tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 06 de Diciembre del 2017.

Jorge Enrique Alvarez Ruffrán  
71194521

## **DEDICATORIA:**

*Primeramente me voy a permitir citar el sagrado nombre de Cristo y el maternal nombre de nuestra Virgen María, quienes espiritualmente me guiaron por el buen camino, les di gracias y solicité a diario su bendición y las fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la fe, la dignidad ni desfallecer en el intento.*

*A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres Jorge y Carmen, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos, a ellos todo mi amor y gratitud por apoyarme en todo momento.*

*A mi hermano Erick André, por estar siempre presente, quien me ayudo en todas las etapas de mi formación, por ser mi motivación, inspiración y felicidad.*

## **AGRADECIMIENTOS:**

A la Universidad Privada de Tacna, porque en sus aulas, recibimos el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes de la facultad de Ingeniería.

Especial agradecimiento a mi **asesora Ing. Dina Marlene Cotrado Flores** por su esfuerzo y dedicación, sus conocimientos y su motivación, ellos han sido fundamentales para la elaboración de esta Tesis.

Al Mag. José Acero por su incondicional apoyo a lo largo del diseño del software y la revisión de este con su experiencia obtenida a lo largo de sus amplios años de ejercer la profesión.

Al Ing. Daniel Arocutipa, por su apoyo, su orientación y sus consejos ofrecidos.

A mis maestros de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por su amistad y apoyo así como la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación. Fueron mis guías y son mi ejemplo.

Tengo la seguridad que en estas aulas seguirán formándose dignos profesionales que dejarán en alto el nombre de nuestra Alma Mater.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Indice de anexos.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 FUNDAMENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>6</b>
1.3.1 Problemática Principal.....	6
1.3.2 Problemática Secundaria.....	6
<b>1.4 OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
1.4.1 Objetivo General.....	7
1.4.2 Objetivos Específicos .....	7
<b>1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....</b>	<b>8</b>
<b>1.6 HIPÓTESIS .....</b>	<b>9</b>
1.6.1 Hipótesis General.....	9
1.6.2 Hipótesis Específicas.....	9
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 ANTECEDENTES.....</b>	<b>10</b>
2.1.1 Investigadores directamente relacionados al estudio.....	10
2.1.2 Otras investigaciones .....	11

<b>2.2 BASES TEÓRICAS</b> .....	<b>12</b>
2.2.1 Definición de sistemas de escaleras.....	12
2.2.2 Clasificación de sistemas de escaleras .....	13
<b>2.2.2.1 Escaleras en un tramo</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.2.2 Escaleras en dos tramos</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2.2.3 Escaleras Ortopoligonales</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.2.4 Escaleras apoyadas transversalmente</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2.2.5 Escaleras apoyadas a una columna central</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.2.6 Escaleras Helicoidales</b> .....	<b>25</b>
<b>2.2.2.7 Escaleras apoyadas sobre una viga</b> .....	<b>31</b>
<b>2.2.2.8 Escaleras Autoportantes</b> .....	<b>34</b>
2.2.3 Bases del método de rigidez .....	38
2.2.4 Bases del método de los coeficientes.....	41
2.2.5 Bases del software MatLab .....	43
<b>2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS</b> .....	<b>44</b>
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>45</b>
<b>3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>45</b>
3.1.1 Tipo de Investigación.....	45
3.1.2 Diseño de la Investigación.....	45
<b>3.2 POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO</b> .....	<b>46</b>
<b>3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b> .....	<b>48</b>
<b>3.4 TÉC. E INSTR. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	<b>49</b>
3.4.1 Técnicas .....	49
3.4.2 Instrumentos .....	49
<b>3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	<b>50</b>
3.5.1 Procesamiento de datos .....	50
<b>3.5.1.1 Recopilación de datos</b> .....	<b>50</b>
3.5.2 Análisis de datos .....	51
<b>3.5.2.1 Análisis de datos y aplicación de modificaciones</b> .....	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1 DESARROLLO DEL SOFTWARE</b> .....	<b>53</b>
<b>4.2 ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE ESCALERAS DE C.A.</b> .....	<b>56</b>
<b>4.3 PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE</b> .....	<b>59</b>
4.3.1 Software de Trabajo.....	59



<b>4.3.1.1 Características del Programa</b> .....	60
4.3.2 Lenguaje de Programación.....	60
4.3.3 Conexiones de Seguridad.....	61
4.3.4 Interfaz Grafica .....	62
<b>4.3.4.1 Bases de la Herramienta GUIDE</b> .....	62
<b>4.3.4.2 Menú Principal</b> .....	64
<b>4.3.4.3 Interfaces varias</b> .....	65
4.3.5 Medio de compilación.....	66
<b>4.4 VERSIONES DEL SOFTWARE</b> .....	<b>67</b>
<b>4.5 VARIABLES DE DISEÑO</b> .....	<b>68</b>
<b>4.6 VARIABLES DE PROGRAMACIÓN</b> .....	<b>69</b>
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b> .....	<b>70</b>
CONCLUSIONES.....	72
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	75
ANEXOS.....	76

## Índice de tablas

	Pág.
<b>Tabla 1</b> Coeficientes k en función a la base y altura	27
<b>Tabla 2</b> Coeficientes de momento Khuda	43
<b>Tabla 3</b> Puntaje obtenido por cada evaluador	47
<b>Tabla 4</b> Datos obtenidos de los formularios de calidad del software	51
<b>Tabla 5</b> Resultados obtenidos de los formularios de calidad	53
<b>Tabla 6</b> Bases para la elaboración de un software	54
<b>Tabla 7</b> Tipos de escaleras tratadas y métodos usados	56
<b>Tabla 8</b> Información dejada sobre escaleras de C.A.	58

## Índice de Figuras

	Pág.
<b>Figura 2.1.</b> Bases de un sistema de escalera sofisticado (Helicoidal)	13
<b>Figura 2.2</b> Modelo de escalera en dos tramos	14
<b>Figura 2.3</b> Casos de diseño	15
<b>Figura 2.4</b> Proyección carga inclinada	16
<b>Figura 2.5</b> Armado en escalera longitudinal	16
<b>Figura 2.6</b> Diagrama de fuerzas	17
<b>Figura 2.7</b> Variación del peralte	17
<b>Figura 2.8</b> Espesor para el diseño en escaleras	18
<b>Figura 2.9</b> Modelo de escalera apoyada transversalmente	20
<b>Figura 2.10</b> Diseño como viga triangular	21
<b>Figura 2.11</b> Modelo de escalera apoyada a una columna central	22
<b>Figura 2.12</b> Modelo Graf. de escalera apoyada a una columna	23
<b>Figura 2.13</b> Modelo en planta de escalera apoyada a una columna	23
<b>Figura 2.14</b> Plano en elevación de una escalera helicoidal	25
<b>Figura 2.15</b> Líneas de fluencia para coeficiente K	27
<b>Figura 2.16</b> Escalera apoyada sobre una viga central	31
<b>Figura 2.17</b> Modelo grafico de escalera apoyada a una viga	32
<b>Figura 2.18</b> Descomposición de fuerzas entre peldaño y viga	32
<b>Figura 2.19</b> Diagrama de momento torsor máximo	33
<b>Figura 2.20</b> Distribución de momento en viga	34
<b>Figura 2.21</b> Carga aplicadas en la viga	34

<b>Figura 2.22</b>	Plano detalle de una escalera autoportante	35
<b>Figura 2.23</b>	Modelo geométrico de escalera autoportante	35
<b>Figura 2.24</b>	Representación gráfica de los momentos	36
<b>Figura 2.25</b>	Pantalla de inicio MatLab	43
<b>Figura 3.1</b>	Configuración del lenguaje de programación	61
<b>Figura 3.2</b>	Ventana de intersección para el acceso del usuario	62
<b>Figura 3.3</b>	Pantalla de inicio. GUIDE	63
<b>Figura 3.4</b>	Menú principal. GUIDE	64
<b>Figura 3.5</b>	Acabado del subprograma menú principal	64
<b>Figura 3.6</b>	DosTramos. GUIDE	65
<b>Figura 3.7</b>	Acabado del subprograma DosTramos	65
<b>Figura 3.8</b>	Aplicación Compiler	66

## Índice de Anexos

	Pág.
<b>Anexo 1</b> Matriz de Consistencia	76
<b>Anexo 2</b> Formato de Prueba de Calidad del Software	77
<b>Anexo 3</b> Guía de Instalación del Software	81
<b>Anexo 4</b> Manual de Uso del Software	88
<b>Anexo 5</b> Diseño de Escaleras	105

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como tema de investigación diseñar y programar un software aplicativo sobre sistemas de escaleras de concreto armado, bajo la misma premisa se deja una guía a seguir para la elaboración de softwares orientados a nuestra rama la Ingeniería Civil y una compilación de información sobre los diversos sistemas de escaleras de concreto armado; como objetivos se presente proporcionar una herramienta que pueda reducir un cálculo extenso sin dejar de ser preciso y eficaz para cualquier sistema de escalera de concreto armado, establecer las bases que se deben tener en cuenta para la elaboración de un software orientado a cualquier sistema en el ámbito de la Ingeniería Civil, indicar los métodos de diseño más eficaces que se pueden usar en los diversos sistemas de escaleras de concreto armado, marcar la diferencia entre los distintos tipos de escaleras de concreto armado. Al culminar la investigación se llegó a las siguientes conclusiones: Un software puede lograr ser una herramienta que pueda reducir cálculos extensos sin perder precisión y eficacia de los mismos, contemplándose el gran nivel de aceptación que tiene el mismo, el establecimiento de las bases para la elaboración de softwares orientados a nuestra carrera es un hecho de vital importancia, proporcionar una fuente verídica con los métodos de diseño más eficaces para los distintos casos es algo que servirá de guía para futuros ingenieros que se interesen en el tema e incluso servirá de base para nuevos diseños que se presenten en un futuro, durante la elaboración de los distintos casos de sistemas de escalera de concreto armado se hallaron y marcaron notables diferencias tanto en el análisis como el diseño de los mismos.

**Palabras Clave:** Apoyado, concreto armado, diseño, escaleras, estabilidad, programación, software.

## ABSTRACT

The present investigation had as a research theme to design and program an application software on reinforced concrete staircase systems, under the same premise it is left a guide to follow for the elaboration of softwares oriented to our Civil Engineering branch and a compilation of information about the various systems of reinforced concrete stairs; as objectives, it is proposed to provide a tool that can reduce an extensive calculation without ceasing to be precise and effective for any reinforced concrete staircase system, establish the bases that must be taken into account for the development of a software oriented to any system in the field of Civil Engineering, indicate the most effective design methods that can be used in the various systems of reinforced concrete stairs, make the difference between the different types of reinforced concrete stairs. At the end of the investigation, the following conclusions were reached: A software can be a tool that can reduce extensive calculations without losing accuracy and efficiency, contemplating the high level of acceptance that it has, the establishment of the bases for the development of software oriented to our career is a fact of vital importance, providing a true source with the most effective design methods for the different cases is something that will serve as a guide for future engineers who are interested in the subject and will even serve as the basis for new designs that are presented in a future, during the elaboration of the different cases of reinforced concrete staircase systems were found and marked notable differences both in the analysis and the design of the same.

**Keywords:** Supported, reinforced concrete, design, stairs, stability, programming, software.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú existe escasa información verídica acerca del diseño y análisis sobre sistemas de escaleras de concreto armado, sin embargo se debe tener en claro que este tipo de estructuras tienen una vital importancia dentro de una edificación, por permitir la circulación del usuario de un lugar a otro. Un sistema de escalera diseñado y ejecutado de forma correcta puede ser considerado un elemento que brinde rigidez y estabilidad a la estructura en la edificación, sin embargo se puede apreciar que existe una gran deficiencia tanto en el análisis y diseño como en la ejecución de los mismos, lo cual se debe a la falta de información que existe sobre estos sistemas y la falta de herramientas que puedan facilitar el extenso cálculo en algunos de estos sistemas.

Los sistemas de cómputo en la actualidad juegan un papel muy importante en todas las áreas de la vida diaria, la ingeniería no es la excepción ya que existen programas que permiten realizar de manera muy veloz cálculos referentes al análisis y diseño, con respecto a estos programas no existe un software de diseño orientado de manera práctica y precisa al diseño de escaleras, esto se debe a lo complicado que es incorporarle a este los diversos tipos de sistemas con los que se pueden trabajar y las herramientas necesarias incluyendo una interfaz gráfica óptima para que el usuario se sienta cómodo trabajando con el mismo, por tal motivo, se propone un software que reúna y cumpla estos requisitos .

Este trabajo se encuentra estructurado en 05 capítulos. En el capítulo I, se determina la problemática de los sistemas de escaleras de concreto armado, los objetivos que el autor se plantea alcanzar en esta investigación, la justificación e hipótesis de los mismos. De igual manera se da a conocer algunos conceptos básicos y la situación de los sistemas de escaleras en la fundamentación.

El capítulo II, está referido al marco teórico referido a los sistemas de escaleras de concreto armado, se determinan antecedentes los cuales provienen de diversos autores que estudiaron este sistema. Asimismo bases teóricas que brinda el autor para el desarrollo de la investigación, las cuales incluyen al análisis, diseño y programación del mismo.



En el capítulo III, se desarrolla el marco metodológico, en el cual se detallan el tipo y diseño de las investigaciones, el sector a quien está dirigida, las operaciones con variables, las técnicas e instrumentos que se usaron para recolectar datos en la fase de desarrollo y finalmente el procesamiento y análisis de los datos adquiridos en la recolección de los mismos.

El capítulo IV, presenta los resultados de la investigación a partir de la descripción del trabajo, desarrollo del software y los tipos de diseño seleccionados, presenta bases para la programación y tablas las cuales detallan los métodos de diseño seleccionados, un resumen de la información obtenida a lo largo de la investigación, los resultados obtenidos de los formularios de prueba y conclusiones de los mismos.

En el capítulo V, se da a conocer la discusión del trabajo en la cual se detalla el nivel de veracidad y confiabilidad que tienen algunos autores con respecto a la información bibliográfica que brindan. Finalmente, tenemos las conclusiones del trabajo, sugerencias y las referencias bibliográficas en las cuales se presenta un listado de las referencias consultadas para la ejecución de este trabajo de investigación, en los anexos se presenta la matriz de consistencia, diseños realizados como documentación referente al software.

En la presente investigación se tuvo como objetivo general proporcionar una herramienta que pueda reducir un cálculo extenso sin dejar de ser preciso y eficaz para cualquier sistema de escalera de concreto armado; como objetivos específicos se tuvieron establecer las bases que se deben tener en cuenta para la elaboración de un software orientado a cualquier sistema en el ámbito de la Ingeniería Civil, indicar los métodos de diseño más eficaces que se pueden usar en los diversos sistemas de escaleras de concreto armado, marcar la diferencia entre los distintos tipos de escaleras de concreto armado.

**El Autor**

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 FUNDAMENTACIÓN

El diseño de los diversos casos de sistemas de escaleras de concreto armado, ajenos al caso común (apoyado longitudinalmente), es un tema poco estudiado y con muy poca información actualizada en español, por lo cual se depende directamente en algunos casos al análisis en algún software de diseño ya sea por ejemplo Etabs o SAP2000, obteniéndose resultados provenientes del análisis a un modelo aproximado al real y diseñándose sin tener en cuenta, en muchos casos, efectos especiales que algunos tipos de escalera contemplan como sería el caso de la torsión en la escalera helicoidal.

El aumento de estructuras en nuestro entorno conlleva nuevos modelos de escaleras los cuales contemplan un gran cambio visual con respecto a modelos antiguos, integrándose nuevos diseños para los sistemas de escaleras de concreto armado, por lo cual en la elaboración de proyectos al momento de diseñar el tipo de escalera querido surge una interrogante común ¿En qué me baso?, existen libros escritos en español con alguna información base de algunos casos, ya sea el ejemplo del libro de Carlos Antonio Fernandez Chea<sup>1</sup> el cual su primera edición fue realizada cerca de los años 90 y sus posteriores ediciones no conllevan modificaciones en el contenido. Por lo cual tenemos un déficit en información de sistemas de escaleras de concreto armado.

Por los motivos antes expuestos la presente tesis pretende dejar una fuente bibliográfica confiable respecto a modelos presentados en libros (revisando la veracidad de los mismos) y nuevos modelos presentes a la fecha de elaboración de esta investigación, teniendo de esta forma una nueva base para el diseño de sistemas de escaleras de concreto armado, pero no solo eso ya que el avance de la tecnología acompaña nuevos softwares que nos permiten reducir considerablemente cálculos en el diseño, por lo cual se programó un software capaz de realizar el diseño de los diversos tipos de escaleras solo colocando los datos básicos de estos. Este software va acompañado de una memoria de cálculo (digital) exportable para la misma premisa, facilitarnos el diseño.

---

<sup>1</sup> Fernandez Chea, Carlos Antonio. (2011). Análisis y Diseño de Escaleras. Lima, Perú: Ciencias.

Teniendo fija la meta resultante de esta tesis se planteó un nuevo reto, a partir de los planteados anteriormente los cuales son: realizar un software capaz de calcular diversos tipos de escalera de concreto armado, aportar una base de información para los diversos tipos de escalera de concreto armado. Dejar una base para futuros Ingenieros con la meta de querer programar diversos elementos correspondientes a nuestra rama, la Ingeniera Civil, mediante la interfaz de diseño brindada por MATLAB y su propio lenguaje de programación, esto a fin de impulsar a nuevas promociones de estudiantes a realizar investigaciones que brinden directamente un impacto en el mundo de la Ingeniería Civil.

## 1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los sistemas de escaleras son estructuras muy importantes dentro de la configuración de una edificación, en contrariedad de este concepto básico son elementos estructurales a los cuales se les brinda muy poca o en casos extremos ninguna importancia frente al resto de la estructura. Por este motivo se da que en muchos de los casos observados en el Perú, el diseñador ha pensado de esta manera tan simple y ha perdido de vista la gran importancia que estos sistemas juegan en la vida de una edificación.

Las noticias nos brindan una información más concisa y con una mayor regularidad de casos en los cuales se ha podido observar como gran cantidad de personas pierden la vida en catástrofes, provocadas por las inclemencias de la naturaleza y en muchas ocasiones se ha debido a la mala ejecución de obras civiles. Los sistemas de escaleras no es la excepción, ya que incluso se puede escuchar entre los ciudadanos de una metrópoli el hacer mención de una frase tan común como: “cuando ocurre un terremoto lo primero en caer son las escaleras” esta frase ha cobrado un gran impacto, debido a que se ha dejado estos trabajos primero en manos de personas que no tiene la facultad de llevarlos a cabo y, segundo. Las personas facultadas para hacerlo cuenta con muy poca información.

Luego de conocer el papel tan importante que juega un sistema de escaleras se pretende proporcionar la información necesaria para que todo aquel interesado en éste, tenga las herramientas necesarias para poder implementar sistemas eficaces. Así como un sistemas de cómputo que permita realizar de manera muy veloz un análisis seguro y eficaz, el cual orientado de manera práctica y precisa diseñe el tipo de escalera deseado. Con las herramientas antes descritas que brindan una investigación precisa y un análisis crítico se pretende recopilar toda la información necesaria para ampliar el conocimiento acerca de los tipos de sistemas de escaleras existentes.

### 1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En base a la descripción del Problema se plantea lo siguiente:

#### 1.3.1 Problemática Principal

¿Qué herramienta se puede usar para reducir un cálculo extenso sin dejar de ser preciso y eficaz en cualquier sistema de escalera de concreto armado?

#### 1.3.2 Problemática Secundaria

- ¿Qué bases se deben tener en cuenta para la elaboración de un software orientado a cualquier sistema en el ámbito de la Ingeniería Civil?
- ¿Cuáles son los métodos de diseño más eficaces que se pueden usar en los diversos sistemas de escaleras de concreto armado?
- ¿Cuáles son las diferencias en los distintos tipos de escaleras de concreto armado?

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Proporcionar una herramienta que pueda reducir un cálculo extenso sin dejar de ser preciso y eficaz para cualquier sistema de escalera de concreto armado.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Establecer las bases que se deben tener en cuenta para la elaboración de un software orientado a cualquier sistema en el ámbito de la Ingeniería Civil.
- Indicar los métodos de diseño más eficaces que se pueden usar en los diversos sistemas de escaleras de concreto armado.
- Marcar las diferencias entre los distintos tipos de escaleras de concreto armado.

## 1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Los sistemas de escaleras son estructuras muy importantes dentro de la configuración de una edificación, pero a las cuales se les da muy poca importancia, apreciándose que en muchos casos en el Perú el edificador ha pensado en el diseño y análisis de la estructura en sí, no considerando las escaleras dentro de esta ni en el modelado, ni en el análisis perdiendo de vista la gran importancia que estos sistemas juegan en la vida de una edificación. Por este motivo una gran cantidad de desastres que ocurren en edificaciones se da por un mal análisis obviándose estructuras como estas dentro de la estructura en general.

Luego de conocer el papel tan importante que juega un sistema de escaleras en una edificación y cómo este se puede convertir en un sistema de seguridad y evacuación, así como aclarar que se carece de bibliografía y herramientas confiables que faciliten el análisis y diseño de estos temas.

Se pretende aportar a la sociedad un software de diseño orientado de manera práctica y precisa al diseño de escaleras de concreto armado, con las herramientas necesarias incluyendo una interfaz gráfica óptima para que el usuario se sienta cómodo trabajando con este, sin dejar de lado información necesaria para que todo aquel interesado en éste tema tenga las herramientas necesarias para el diseño y análisis manual de estos sistemas así como el método de análisis de casos excepcionales de sistemas de escaleras de concreto armado. Para llegar a este fin se inicia un proceso investigativo en el cual se recopila toda la información necesaria para ampliar el conocimiento acerca de los tipos de sistemas de escaleras existentes, sus diferentes métodos de diseño, comprobando estos resultados con el software ya mencionado.

## 1.6 HIPÓTESIS

### 1.6.1 Hipótesis General

Como hipótesis general se ha definido la siguiente manera:

**Para obtener una herramienta que pueda reducir un cálculo extenso sin perder precisión y dejar de ser eficaz se tendrá que elaborar un software en el cual se introduzca toda la Información necesaria para el procesamiento de datos, análisis y exportación de resultados en los diversos sistemas de escaleras de concreto armado.**

### 1.6.2 Hipótesis Específicas

Como hipótesis específica, se ha considerado las siguientes:

#### **A. Hipótesis específica 1**

Se deberán establecer bases de diseño para la elaboración de softwares orientados a la Ingeniería Civil los cuales explican de manera detallada los pasos a seguir para la elaboración de estos.

#### **B. Hipótesis específica 2**

Se tendrá que recopilar y comparar los métodos de diseño existentes, propuestos por diversos autores y seleccionar el más eficaz que pueda usar en los diversos sistemas de escaleras de concreto armado.

#### **C.- Hipótesis específica 3**

Establecer diferencias para los distintos tipos de escaleras de concreto armado marcando parámetros claros a tener en cuenta tanto en la definición como el diseño de cada uno de estos.



## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

#### 2.1.1 Investigadores directamente relacionados al estudio

1. Fernandez Chea, Carlos Antonio. (2011). Análisis y diseño de escaleras. Lima, Perú: Ciencias.<sup>2</sup>

Da material bibliográfico respecto al diseño y análisis de los diversos tipos de sistemas de escaleras de concreto armado siendo esta una estructura de vital importancia en toda edificación, toma en cuenta varios tipos de escaleras dividiéndolas en escaleras apoyadas longitudinalmente, escaleras apoyadas transversalmente, escaleras autoportantes y escaleras helicoidales.

2. Morales Calderón, Eduardo Rene. (2010). Tesis: Criterio de análisis, diseño, ejecución y ejemplos de aplicación sobre sistemas de escaleras de concreto armado. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.<sup>3</sup>

Recopilación de los diversos sistemas de escaleras de concreto armado mencionados en el libro análisis y diseño de escaleras por Carlos Antonio Fernandez Chea dándole un nuevo punto vista, desde su perspectiva al análisis y diseño de escaleras, donde se llegó a las siguientes conclusiones: Los sistemas de escaleras juegan un papel de mucha importancia dentro de toda edificación, tanto para su estabilidad como para el uso y comodidad que representan para el usuario ; para la planificación, análisis y diseño de este tipo de estructuras se debe ser muy cuidadoso y conservador de los parámetros a emplear.

---

<sup>2</sup> Fernandez Chea, Carlos Antonio. (2011). Análisis y diseño de escaleras. Lima, Perú: Ciencias.

<sup>3</sup> Morales Calderón, Eduardo Rene. (2010). Tesis: Criterio de análisis, diseño, ejecución y ejemplos de aplicación sobre sistemas de escaleras de concreto armado. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

### 2.1.2 Otras investigaciones

3. Ortega García, Juan Emilio. (2015). Diseño de estructuras de concreto armado-Tomo II. Lima, Perú: Macro.<sup>4</sup>

Material respecto al diseño de diversas estructuras de concreto armado, entre ellos en el Capítulo 3: Escaleras, tocando entre ellas las ortopoligonales, autoportantes, longitudinales entre otros modelos. En este capítulo se dan unas bases teóricas de los sistemas antes mencionados desde el punto de vista del autor y con algunos ejemplos de aplicación de los mismos.

4. Morales Morales, Roberto. (2016). Diseño en concreto armado. Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.<sup>5</sup>

Material respecto al diseño de diversas estructuras de concreto armado, encontrándose detallado en el Capítulo 5: Diseño de escaleras de concreto armado. En el cual se toma en su mayoría ejemplos prácticas de los sistemas de escaleras de concreto armado longitudinales, los cuales varían entre uno y dos tramos.

---

<sup>4</sup> Ortega García, Juan Emilio. (2015). Diseño de estructuras de concreto armado-Tomo II. Lima, Perú: Macro.

<sup>5</sup> Morales Morales, Roberto. (2016). Diseño en concreto armado. Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.

## 2.2 BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 Definición de sistemas de escaleras

Un sistema de escalera se defiende como una estructura vital en una edificación la cual es una herramienta de traslado desde un punto a otro. Se tienen diversos sistemas de escaleras de concreto armado, los más comunes (enseñados en institutos, universidades entre otros son los apoyados longitudinalmente), aunque con el avance de la tecnología han surgido nuevos sistemas de escaleras de concreto armado, como los apoyados transversalmente, helicoidales, ortopoligonales, apoyados a una viga central, entre otros. Variando entre ellos por el tipo que apoyos que tienen los mismos (en estructuras importantes como edificios es común el uso de juntas de neopreno, donde se ubicaría el apoyo, para aislar la escalera con la estructura en sí).

Se debe analizar la escalera como un elemento estructural el cual forma parte de la estructura en si (como un todo), al cual se someten cargas sísmicas, por lo cual, es necesaria tener criterios básicos de diseño del mismo de tal forma que se cumpla con un diseño adecuado y aproximado a un caso real.

Es importante resaltar la diversidad de métodos de análisis con los que cuenta cada sistema de escalera de concreto armado de los cuales diversos autores se han dedicado a lo largo de los años en analizar sistemas de escalera complejos, como podría ser el caso de la escalera Helicoidal el cual está sometido a cargas de flexión, torsión entre, sobre este sistema se han dado una gran diversidad de métodos de análisis que conllevan a un resultado similar el cual se ve reflejado en el armado final del mismo. En la figura 2.1 se aprecia la complejidad de este sistema a través de su cimentación.

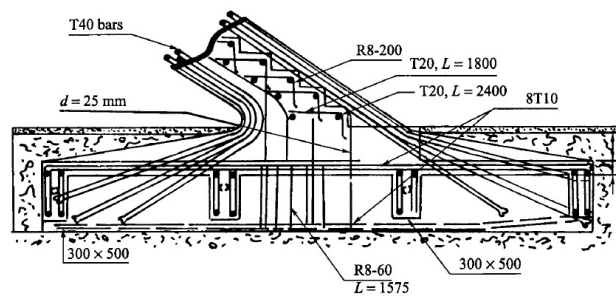


Figura 2.1 Bases de un sistema de escalera sofisticado (Helicoidal)

Fuente: M.Y.H. Bangash/*Staircases. Structural analysis and design*. Pág.251

En la Figura 2.1 se visualiza la cimentación para un sistema de escalera complejo el cual en este caso es helicoidal.

## 2.2.2 Clasificación de sistemas de escaleras

Se tienen diversos factores para la clasificación de los sistemas estructurales como son los factores físicos y estructurales los cuales se relacionan dentro de un sistema común el cual es la edificación en sí.

Los sistemas de escaleras pueden clasificarse en cuatro grupos de acuerdo con el sistema de apoyos en el cual se sustenta su estructura y le permiten poseer estabilidad. Estos grupos se detallan a continuación.

### 2.2.2.1 Escaleras en un tramo

Los sistemas de escaleras de un tramo enseñados comúnmente en universidad y usados como ejemplo base para toda la edificación son sistemas base para entender la complejidad de un sistema de escalera.

Estos sistemas varían en su longitud para el tramo central, dando por ejemplo longitudes entre 3 a 4 metros caracterizados por la inclusión de vigas terminales en ambos extremos las cuales simularían como apoyos de la propia estructura en sí; también se han observado diseños que tienen longitudes entre 4 a 5 metros en casos los cuales se cuenta con un apoyo intermedio como puede ser por ejemplo una viga, de tal forma que sea un medio que soporte cargas de flexión de la propia escalera en sí.

### 2.2.2.2 Escaleras en dos tramos

En el caso de un sistema de escaleras apoyado longitudinalmente en dos tramos, son sistemas comúnmente apoyados a placas y los cuales se pueden diseñar tanto con la carga inclinada o realizar un artificio para la colocación de una carga vertical a toda la sección en si conllevando a un resultado igual, el método de análisis comparándolo con la escalera en un tramo es el mismo, cumpliendo con la misma forma de análisis y diseño.

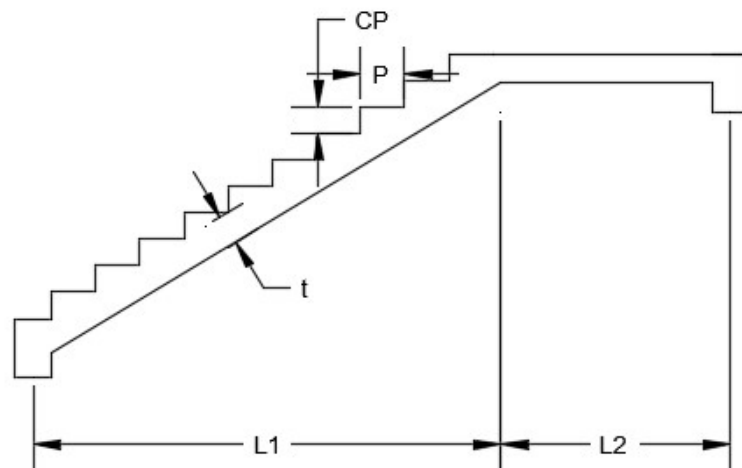


Figura 2.2 **Modelo de escalera en dos tramos**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.2 se visualiza el modelo geométrico de un sistema de escalera apoyada longitudinalmente en dos tramos.

Donde:

$CP = \text{Long de contrapaso}$

$P = \text{Long de paso}$

$t = \text{Espesor de la escalera.}$

$L1 = \text{Long. del primer tramo, hasta el descanso.}$

$L2 = \text{Long. del segundo tramo, todo el descanso.}$

### **BASES PARA EL DISEÑO**

Para el Diseño se pueden considerar dos casos:

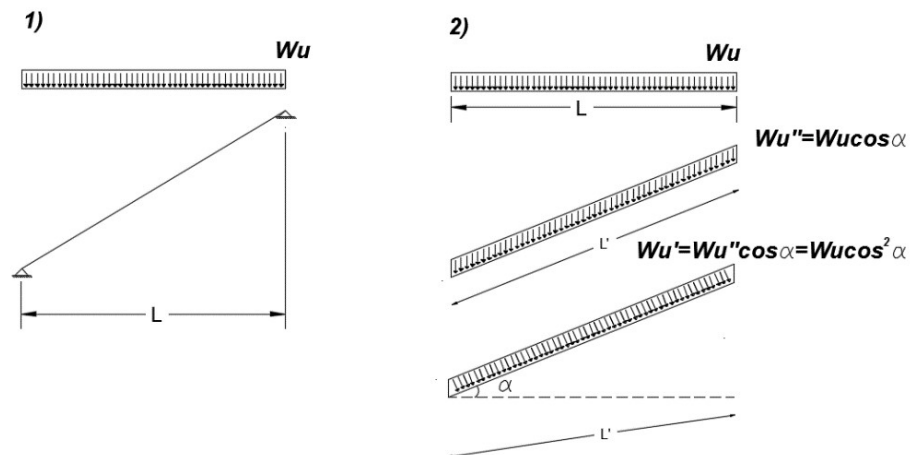


Figura 2.3 **Casos de diseño**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.3 se visualiza los diferentes casos de diseño que puede tomar una escalera apoyada longitudinalmente los cuales dependen de cómo se incorporen las cargas a estas.

Donde:

$W_u$  = Carga Última aplicada en la escalera.

$W_u'$  = Carga Ult. perpendicular al eje longitudinal.

$W_u''$  = Carg Ult. perpendicular al eje de la escalera.

$\alpha$  = Ángulo de inclinación de la escalera.

$L$  = Longitud de la escalera entre apoyos.

$L'$  = Longitud inclinada entre apoyos.

En el primer caso se diseña para soportar cargas verticales y con la luz proyectada horizontalmente.

Con la carga  $W_u'$  a toda la longitud o con la longitud inclinada, el diseño es igual sea cual fuera la manera como se toman las cargas.

Luego por proyección tenemos:

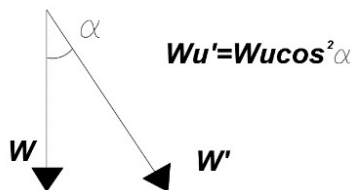


Figura 2.4 **Proyección carga inclinada**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.4 se visualiza la proyección de la carga Inclinada por metro lineal inclinado.

Obteniendo el momento de flexión y considerando  $\beta$  un factor que esta de acuerdo al tipo de apoyo de la estructura, tenemos que:

$$M = \beta W u' L'^2 = \beta W u \cos^2 \alpha L'^2$$

Donde:

$\beta =$  Coef que se obtiene de acuerdo al Apoyo.

Pero como:  $L = L' \cos \alpha$

Luego  $M = \beta W L^2$

Se está demostrando que se obtiene el mismo resultado trabajando en forma recta o inclinada.

De esta manera se obtiene el As principal que es longitudinal a la escalera en cambio el acero de repartición, que es el As mínimo es colocado a lo largo del paso.

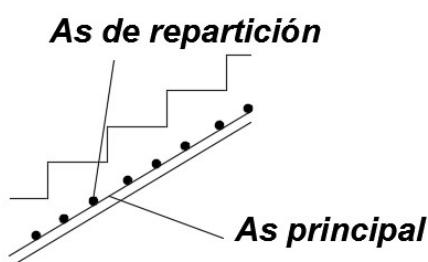


Figura 2.5 **Armado en escalera longitudinal**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.5 se visualiza la colocación de acero en el armado de una escalera longitudinal.

Comúnmente el tramo inclinado se considera como una rampa maciza inclinada siendo el descanso parte de esta en el cual ya se considera de forma totalmente horizontal. Para el diagrama de fuerzas en el apoyo para el sistema de escalera en dos tramos se tienen una descomposición de fuerzas las cuales se muestran a continuación:

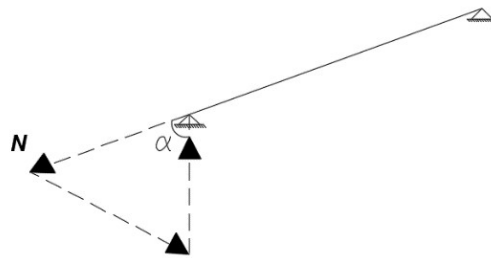


Figura 2.6 **Diagrama de fuerzas**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.6 se visualiza el diagrama de fuerzas con la descomposición de estas para una escalera longitudinal en el apoyo pero la cual se repite en todo el tramo.

Donde:

$N = \text{Carga resultante entre la reaccion y la carga aplicada al eje de la escalera. (inclinada).}$

$$V = W \operatorname{sen} \alpha \operatorname{cose} \alpha$$

$$N = W \operatorname{sen} \alpha$$

La fuerza N antes mencionada es comúnmente absorbida por la cimentación variando el peralte en el último tramo en función del último paso a considerar en la escalera mostrado a continuación.

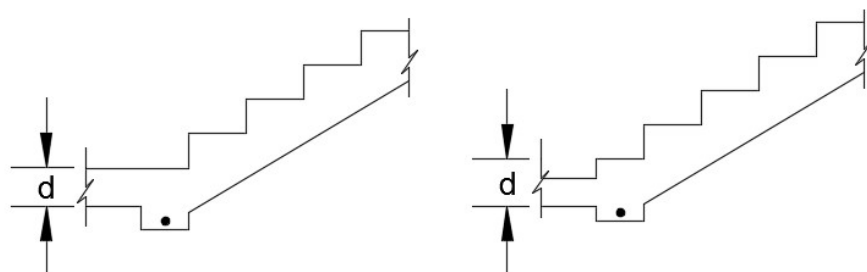


Figura 2.7 **Variación del peralte**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.7 se visualiza la variación del peralte que puede tener la escalera en función de la altura en el último escalón.



Para el dimensionamiento previo generalmente  $t$  (espesor del cuello de la escalera) está entre 3 a 4 cm por cada metro de escalera que se está evaluando (Fernandez Chea,2011).<sup>6</sup>

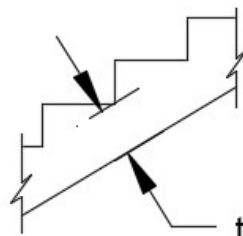


Figura 2.8 **Espesor para el diseño en escaleras**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.8 se visualiza el modelo gráfico del espesor tomado para el diseño de la escalera, este es dimensionado en función de la longitud total de la escalera.

### 2.2.2.3 Escaleras Ortopoligonales

Este tipo de escalera se caracteriza por la forma de su paso y contrapaso el cual posee una distribución de acero longitudinal con estribos siendo el transversal acero extendido longitudinalmente.

Se tienen diversos métodos de diseño los cuales varían por la colocación de la carga de los mismos, para la solución de una escalera ortopoligonal se considera como si no estuviera perfectamente empotrada, según el método de deflexiones angulares se tiene:

$$M_{AB} = \frac{2EI}{L} \left( 2\theta_A + \theta_B - \frac{3\delta}{L} \right)$$

$$M_{BA} = \frac{2EI}{L} \left( 2\theta_B + \theta_A - \frac{3\delta}{L} \right)$$

Donde:  $\theta_A$  y  $\theta_b$  son los giros en los extremos.

$\delta$ , es la deflexión de un extremo con respecto al otro.

<sup>6</sup> Fernandez Chea, C.. (2011). Escaleras apoyadas longitudinalmente. En análisis y diseño de escaleras (pp. 6-9). Lima-Peru: Ciencias.

Conociendo esto podemos analizar el método de la analogía de la columna. Principalmente este método se basa en la interpretación de los esfuerzos surgidos como una columna corta y los momentos que se producen en un pórtico.

En el cálculo de momentos para proceder al diseño convencional de una escalera se usa tanto el método de la analogía de la columna, como el de la viga con carga repartida y el de la viga con cargas puntuales llegando a resultados muy similares.(Fernandez Chea,2011)<sup>7</sup>

### **MÉTODO DE LA VIGA CON CARGA REPARTIDA**

El método de la viga con carga repartida se basa en asumir la escalera como una viga tomando toda su longitud horizontal y asumir una carga orientada perpendicular a esta. Tomando el apoyo que se considere necesario al diseño que se tenga en los extremos ya sea placas, vigas entre otros.

En el caso de si se tuviera una viga empotrada en ambos extremos se consideraría uno momentos tales como:

$$M_A = \frac{W_U L^2}{12}$$

$$M_B = \frac{W_U L^2}{24}$$

Donde:  $M_A$ , corresponde al momento negativo.

$M_B$ , corresponde al momento positivo.

#### **2.2.2.4 Escaleras apoyadas transversalmente**

En los sistemas apoyados transversalmente se cuenta con algunos tipos especiales como los cuales varían unos a otros en el tipo de apoyo a considerar el cual está en función a la estructura aledaña a la misma, se puede subdividir en tres grupos en función a la configuración en sus apoyos.

---

<sup>7</sup> Fernandez Chea,C.. (2011). Escaleras helicoidales. En análisis y diseño de escaleras (p.20). Lima-Peru: CIENCIAS.

Entre estos grupos se tiene el denominado apoyadas transversales. Voladizo las cuales igual al anterior tiene acero de refuerzo el cual está anclado en un extremo a la estructura aledaña, siendo este tipo variable en función del sistema estructural al cual está anclado.

En Resumen de acuerdo con la configuración que posea sus sistemas de apoyos se puede clasificar a los sistemas de escaleras de las siguientes formas. Caso 1. Escaleras apoyadas transversalmente-Continuas: apoyos articulados en ambos extremos, apoyos empotrados en ambos extremos y apoyos combinados, es decir un extremo articulado y el otro extremo empotrado en una estructura altamente rígida. Caso 2. Escaleras apoyadas transversalmente-Voladizo: A este caso se le puede clasificar de acuerdo a su apoyo siendo por ejemplo apoyada a un muro de tabiquería o aun muro de concreto, el primero con apoyo de una viga para el anclaje del acero.

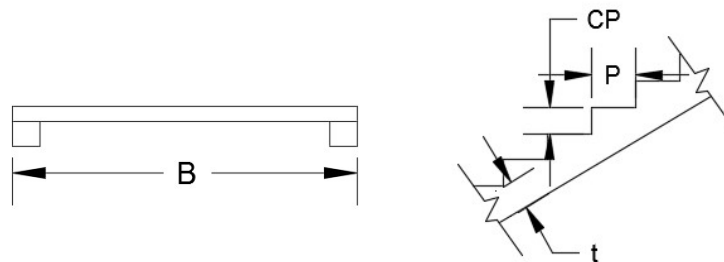


Figura 2.9 **Modelo de escalera apoyada transversalmente**

Fuente: Fernandez Chea/**Análisis y diseño de escaleras. Pág. 17**

En la Figura 2.9 se visualiza el modelo geométrico de un sistema de escalera apoyado transversalmente.

Donde:

$CP = \text{Long. de contrapaso}$

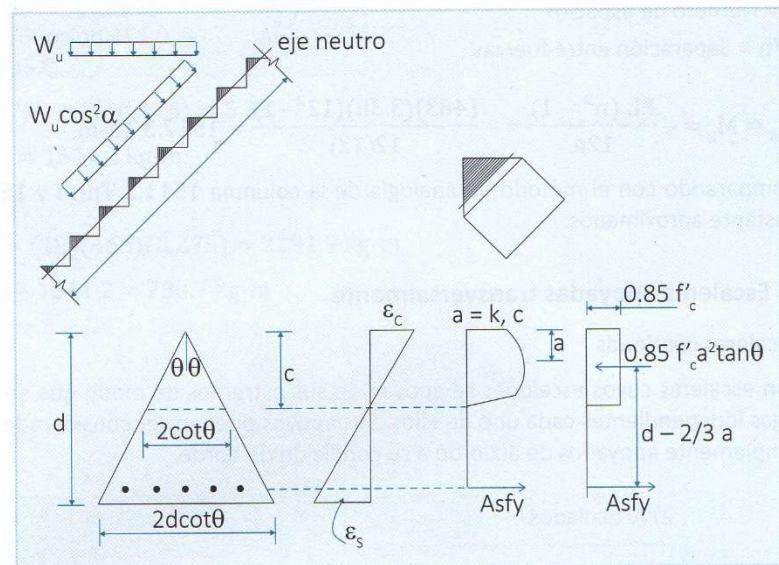
$P = \text{Long. de paso}$

$t = \text{Espesor de la escalera.}$

$B = \text{Long. de todo el escalon en su eje longitudinal.}$

### **METODO DE LA VIGA TRIANGULAR**

El diseño como viga triangular obedece a la colocación de una carga perpendicular a la inclinación de la escalera, debido a la posición del eje neutro.



**Figura 2.10 Diseño como viga triangular**

Fuente Ortega Garcia, J. /**Diseño de estructuras de Concreto A. Pág. 118**

En la Figura 2.10 se visualiza la representación gráfica del diseño como viga triangular, el cual obedece a un cálculo de acero diferente al clásico pero el cual sigue las mismas premisas de diseño convencionales.

Como se muestra en la Fig. 10 es una demostración del valor que toma  $a$  y  $A_s$  a partir del peldaño el cual para momentos negativos conlleva un modelo geométrico triangular, la descomposición de las formulas se mostraran a continuación (Ortega Garcia, 2015).<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Ortega García, J. (2015). Escaleras. En diseño de estructuras de concreto armado (pp.118-119). Lima, Perú: Macro.

Haciendo: Tracción=Compresión.

$$0.85f_c a^2 \tan\theta = A_s f_y$$

$$a = \sqrt{\frac{A_s f_y}{0.85 f_c \tan\theta}}$$

Momentos respecto al centroide de compresión:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{20}{3}\right)}$$

### 2.2.2.5 Escaleras apoyadas a una columna central

En este caso particular el volado de la escalera crea un momento de flexión en toda la longitud de la columna, variando el mismo en función de cada tramo de la columna, por lo que diseño (al ser una columna) obedece un análisis de flexo compresión tomándose en cuenta momentos críticos producidos a la mitad de la escalera.

Es preciso añadir que para el análisis y cálculo de fórmulas en este tipo de escaleras se usa como principio base la derivación e integración de fórmulas básicas de torsión y flexión teniendo como datos base y criterio concebido que el momento máximo se produce en la mitad de un ciclo completo.

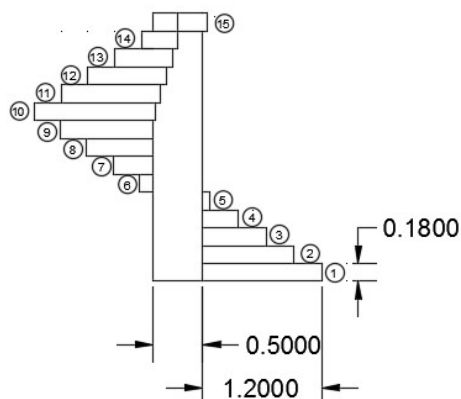


Figura 2.11 **Modelo de escalera apoyada a una columna central**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.11 se visualiza un ejemplo real de escalera apoyada a una columna central.

### MÉTODO DE DISEÑO

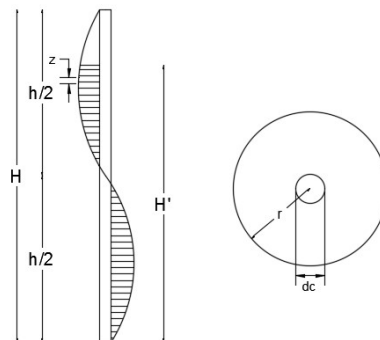


Figura 2.12 **Modelo gráfico de escalera apoyada a una columna**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.12 se visualiza el modelo gráfico de una escalera apoyada a una columna con variables que han de ser usadas en la demostración de las formulas.

Como se muestra en la gráfica anterior el volado de la escalera crea un momento de flexión en la columna central, por lo que es necesario diseñarla mediante un análisis de flexo compresión.

Donde:

$H'$  = Altura real de la escalera

$r$  = Long. del radio a partir de la columna.

$dc$  = Diametro de la dolumna.

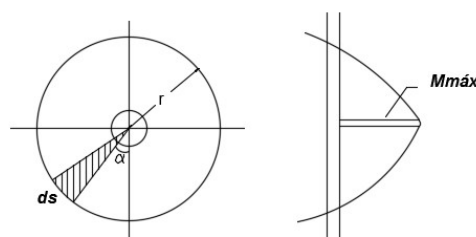


Figura 2.13 **Modelo en planta de escalera apoyada a columna central**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.13 se visualiza el modelo en planta de cómo se distribuiría el radio en tanto la columna y los peldaños aledaños a esta, también se muestra la gráfica con el momento máximo a lo largo de la escalera.

$$dM = \frac{Wr ds}{2} * \frac{2}{3} r$$

$$ds = r d\alpha$$

$$dM = \frac{Wr^3}{3} d\alpha$$

$$dMx = \frac{Wr^3}{3} \text{sen}\alpha d\alpha ; dMy = \frac{Wr^3}{3} \text{cos}\alpha d\alpha$$

$$\frac{dMx}{d\alpha} = \frac{dMx}{d\alpha} * \frac{d\alpha}{d\alpha}$$

$$z' = \frac{h}{\pi} ; dz' = \frac{h}{\pi} d\alpha ; \frac{dz'}{d\alpha} = \frac{h}{\pi}$$

$$\frac{dMx}{dz'} = \frac{Wr^3}{3} \text{sen} \frac{\pi^2}{h} * \frac{\pi}{h} = Fx$$

$$\frac{dMx}{d\alpha} = Fx + Vx = \frac{Wr^3}{3} * \frac{\pi}{h} * \text{sen} \frac{\pi^2}{h} + Vx$$

$$Mx = Wr^3 * \frac{\pi}{h} \int \text{sen} \frac{\pi^2}{h} dz + \int Vu dz$$

$$Mx = \frac{Wr^3}{3} * \frac{\pi}{h} * h \int \text{sen}\alpha d\alpha + \frac{h}{\pi} \int Vx d\alpha$$

$$Mx = \frac{Wr^3}{3} (-\text{cos}\alpha) + \frac{\pi}{h} Vx\alpha + c$$

$$Mx = -\frac{Wr^3}{3} \text{cos} \frac{\pi}{h} z + Vxz + c$$

Haciendo  $z=0$

$$c = \frac{Wr^3}{3} \quad Mx = 0$$

El momento máximo será cuando  $\alpha = 180^\circ$

$$Mx = \frac{Wr^3}{3} (1 - \text{cos} \frac{\pi}{h} z)$$

$$Mx \text{ max} = \frac{2}{3} Wr^3$$

Este momento máximo se produce en la mitad de un ciclo completo (el cual se cuenta a lo largo de todo este tipo de escalera).<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Fernandez Chea, C.. (2011). Escaleras apoyadas a Columna Central. En análisis y diseño de escaleras (pp. 79-80). Lima-Peru: CIENCIAS.

### 2.2.2.6 Escaleras Helicoidales

El sistema de escalera Helicoidal corresponde a un sistema en el cual el eje longitudinal viene dado en forma curvilínea teniendo en algunos casos descanso intermedio. Para estos sistemas surgen varios métodos de análisis los cuales varían en si por la utilización de coeficientes para su análisis los cuales se obtienen de tablas o diagramas de interpolación se puede simplificar su análisis y diseño si se transforma en una escalera rectilínea con un plano horizontal a proyectar.

Para una carga uniformemente repartida en todo el paño, siempre y cuando exista simetría de carga y estructura, se observa que el momento torsor y la fuerza de corte se anulan en el medio del paño. Existe varios métodos para su análisis, los más conocidos son los siguientes (Ortega Garcia, 2015).<sup>10</sup>

- a) Método de Bergman
- b) Método de Nicolski
- c) Método de Mattock
- d) Método de Morgan
- e) Método de Scordelis
- f) Método de Menn

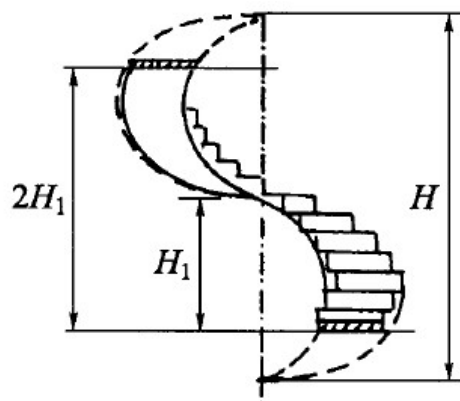


Figura 2.14 Plano en elevación de una escalera helicoidal

Fuente: M.Y.H. Bangash/**Staircases.Structural analysis and design. Pág.140**

En la Figura 2.14 se visualiza una vista en elevación de una escalera helicoidal típica con radio de giro de 180°.

<sup>10</sup> Juan Emilio Ortega Garcia. (2015). Escaleras. En diseño de estructuras de concreto armado (p.134). Lima: Macro.



### **MÉTODO DE BERGMAN**

Con la aplicación del trabajo virtual para una viga finita curva de radio “R” constante, se obtiene la siguiente expresión para Mc, que es el momento flector en el medio de la escalera. (Ortega Garcia,2015).

$$M_o = WR^2 \left[ \frac{2(K+1)\text{sen}\theta - 2K\text{cos}\theta}{(K+1)\theta - (K-1)\text{sen}\theta\text{cos}\theta} - 1 \right]$$

**Donde:**

$\theta$  = Mitad del ángulo central

$K$  = EI/GJ relación de flexión a torsión (de giro)

$W$  = Carga total por metro de paño, medida a lo largo de la longitud.

Esta fórmula para Mc se puede escribir como:

$$M_o = WR^2(U - 1)$$

Donde U representa la parte fraccionada izquierda de la anterior expresión, U es vista como una función solo de K y  $\theta$ . Donde K podrá obtenerse de la siguiente tabla.<sup>11</sup>

**TABLA N° 1**  
**COEFICIENTES K EN FUNCIÓN A LA BASE Y ALTURA**

$b \geq h$		$h \geq b$	
$b/h$	$k$	$h/b$	$k$
1.0	1.39	1.0	1.39
1.2	1.18	1.2	1.70
1.5	1.00	1.5	2.25
2.0	0.86	2.0	3.42
2.5	0.79	2.5	4.92
3.0	0.75	3.0	6.70
4.0	0.70	4.0	11.15
5.0	0.68	5.0	16.85
7.0	0.65	-	-
10.0	0.63	-	-
0	0.59	-	-

Fuente: Ortega Garcia, J. /**Diseño de estructuras de concreto armado**

**Pág.135**

En la Tabla 1 se muestra los valores que puede tomar k en función de la base y altura de la escalera helicoidal.

<sup>11</sup> Ortega García, J. (2015). Escaleras. En diseño de estructuras de concreto armado (pp.134-138). Lima, Perú: Macro.

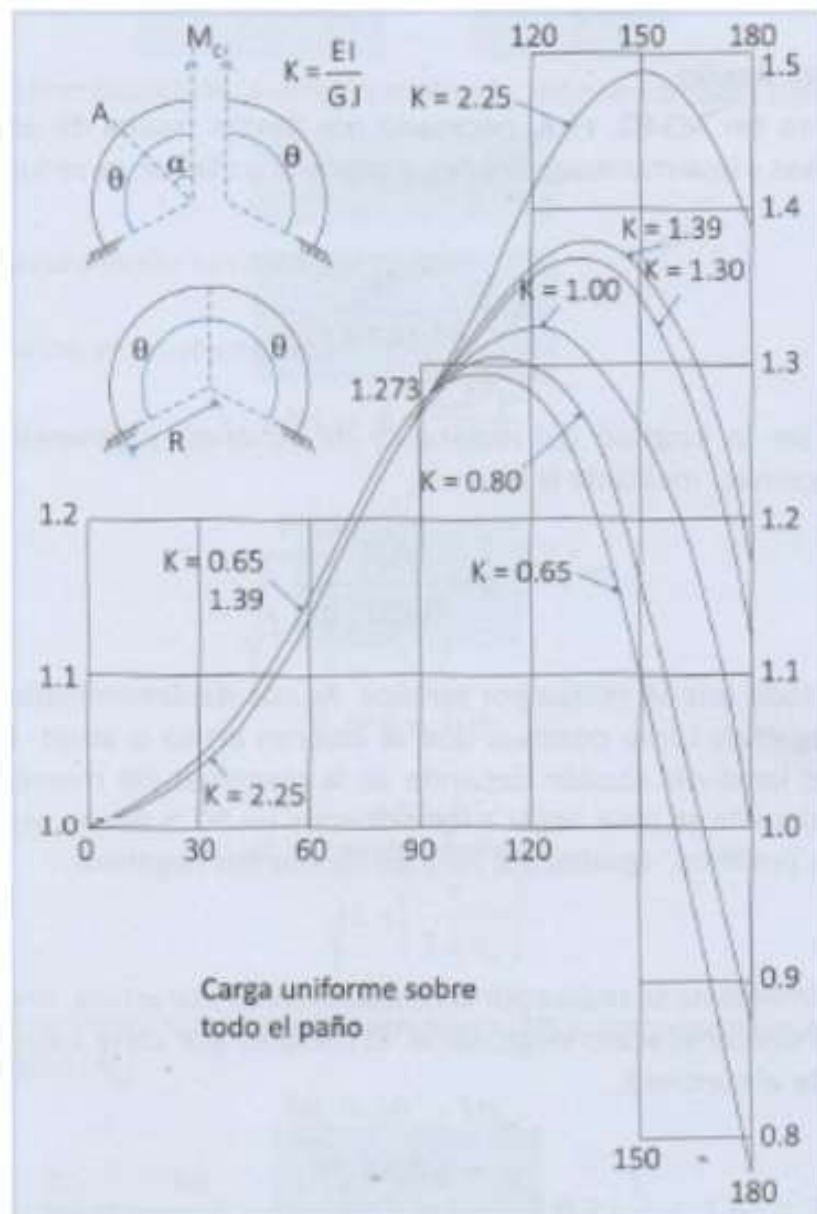


Figura 2.15 Líneas de fluencia para coeficiente  $K$

Fuente Ortega Garcia, J. /Diseño de estructuras de concreto armado Pág. 135

En la Figura 2.15 se visualiza las líneas de fluencia que genera el coeficiente  $k$  en función al ángulo, base y altura de la escalera helicoidal.

Para hallar  $k$  en función de las líneas de fluencia mostradas en la fig.15 se tiene que hallar el punto de intersección entre el radio de giro de la escalera y la relación base/altura dada por la información de la escalera. Teniendo dicho punto se le aproxima a la línea de fluencia cercana, la cual ya tiene coeficientes de  $k$  colocados, los cuales representarían el valor de  $k$  que se desea obtener.

**a) Momento flector “M”**

En el medio paño  $M = M_c = WR^2(U - 1)$

En cualquier sección A,  $M = M_A = WR^2(U \cos \alpha - 1)$

**b) Momento torsor “T”**

En el medio paño  $T = T_c = 0$

En cualquier sección A,  $T = T_A = WR^2(U \sin \alpha - \alpha^*)$

**c) Corte vertical**

$$V = Wr\alpha^* \quad (=0 \text{ en la mitad del paño})$$

**Nota:**  $\alpha^*$  es en radianes (1 radian=57.3 grados)

Respectivamente, el momento flector y el momento torsor, en cualquier sección “A” localizado en una distancia angular de  $\alpha$ , desde el medio paño por medio de expresiones dadas (Ortega Garcia, 2015).

**d) Análisis de acero por flexión**

Según el reglamento del ACI-83, el  $A_s$  (refuerzo) necesario por flexión resulta de obtener el momento último de cargas vivas y muertas magnificadas, y aplicarle un factor de reducción (Ortega Garcia, 2015).

Así:

$$A_s = \frac{Mu}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})}$$

Donde  $a$  viene a ser la longitud del rectángulo de Whitney, y generalmente se halla por aproximaciones sucesivas, mediante la fórmula:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

Es decir, es un método que se realiza por tanteos.  $A_s$  nos da determinado número de barras de acero, tanto negativas como positivas que se colocan arriba o abajo. El hecho de que se coloquen a todo el largo del escalón depende de la magnitud del momento, tomándose en cuenta que generalmente se hace llegar a los extremos un 50% del  $A_s$  necesario en el medio para los momentos positivos. Igualmente para los momentos negativos (Ortega Garcia, 2015).

### e) Análisis de acero por flexión

El estribaje generalmente no se realiza por un requerimiento estructura, sino que se estriba con un  $A_s$  mínimo para sujetar el acero longitudinal. El chequeo por corte viene de la comparación del corte que resiste el concreto (Ortega Garcia, 2015).

$$v_c = \phi 0.53 \sqrt{f'c}$$

Con el corte actuante a la distancia "d".

$$v_u = \frac{Vu}{bd}$$

Cuando  $v_u > v_c$ , es necesario calcular el estribaje necesario. Generalmente, este es mínimo ya que el corte es más determinante en vigas sometidas a grandes cargas.

### f) Corte y torsión

Según el análisis del momento, el torsor se puede determinar si se necesita estribos, además de la fuerza de corte debido a la torsión.

El esfuerzo torsor y el esfuerzo de corte están dados por las formulas:

$$\tau_u = \frac{3Mt}{\phi \Sigma x^2 y} \quad v_u = \frac{Vu}{\phi bd}$$

Donde x e y son las dimensiones de la sección analizada, esto se compara con el esfuerzo torsor siguiente:

$$\tau_{min} = 0.398 \sqrt{f'c}$$

Si  $\tau_u > \tau_{min}$ , es necesario diseñar también por torsión.

Tenemos un  $Mt$ , actuante el resistente será:

$$Mt_c = \phi \tau_c \frac{\Sigma x^2 y}{3}$$

Donde:

$$\tau_c = \frac{0.636 \sqrt{f'c}}{\sqrt{1 + \left(1.2 \frac{v_u}{\tau_u}\right)^2}}$$

$$Vc = \phi v_c bd$$

Donde:

$$v_c = \frac{0.53\sqrt{f'c}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\tau_u}{1.2v_u}\right)^2}}$$

Calculamos el momento torsor tomado por la armadura (Mts), como también en el área de acero para estribos por torsión (Ao),

$$Mt_s = Mt_u - Mt_c$$

$$\frac{A_o}{s} = \frac{Mt_s}{\phi R X_1 Y_1 f_y}$$

Donde:

$$R = 0.66 + 0.33 \frac{Y_1}{X_1} \leq 1.5$$

Calculamos el cortante tomado por los estribos:

$$V_s = V_u - V_c$$

$$\frac{A_o}{s} = \frac{V_s}{\phi d f_y}$$

El área total de estribos será:

$$2 \frac{A_o}{s} + \frac{A_v}{s} \geq 3.52 \frac{b}{f_y}$$

Verificando:

$$s \leq \frac{x_1 + y_1}{4}$$

$$s \leq 30$$

Calculamos el acero longitudinal (Ortega Garcia, 2015).

$$A_1 = \frac{2A_o}{s} (x_1 + y_1) \text{ pero no menor que:}$$

$$A_1 = \frac{28.12x}{f_y} \left( \frac{\tau_u}{\tau_u + v_u} \right) - \frac{2A_o}{s} (x_1 + y_1) \quad (1)$$

$$\frac{2A_o}{s} \geq \frac{3.52b}{f_y} \quad (2)$$

### 2.2.2.7 Escaleras apoyadas sobre una viga

Este es un tipo poco frecuente de escaleras la cual se debe analizar y diseñar con dos métodos diferentes o en dos partes, una involucrando a la parte de la escalera en sí y otra que vendría a ser la viga la cual va a servir de soporte para la escalera a lo largo de todo su eje longitudinal.

Se debe resaltar el buen acabado que tiene este tipo de escaleras siendo muy apreciado en la parte arquitectónica por tener un tipo de escaleras que son diseñadas a la mejor conveniencia en la parte arquitectónica, pues en el ámbito estructural solo vendría a ser una carga soportada por la viga principal.

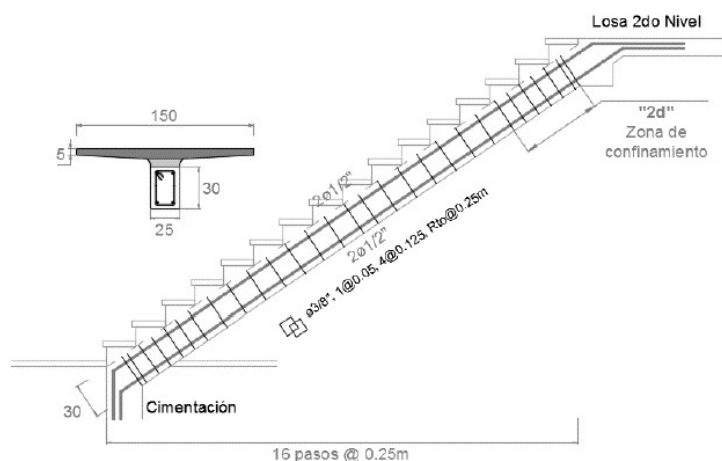


Figura 2.16 **Escalera apoyada sobre una viga central**

Fuente: Angel Baldor/**Concreto 1-Escaleras.UPT**

En la Figura 2.16 se visualiza el armado final de una escalera apoyada sobre una viga central, acompañado con el corte del armado de la viga.

## MÉTODO DE DISEÑO

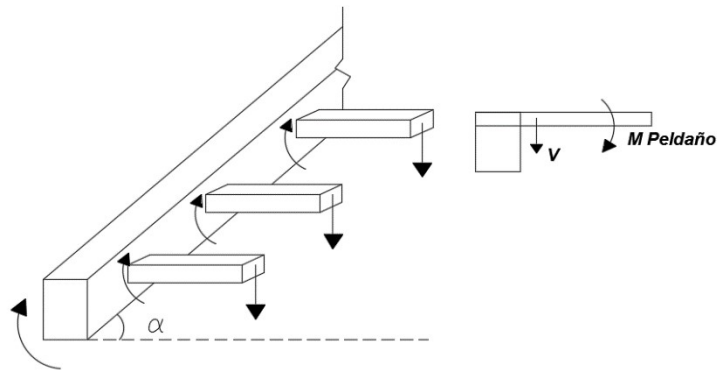


Figura 2.17 **Modelo gráfico de escalera apoyada a una viga**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.17 se visualiza el modelo gráfico del apoyo de los peldaños hacia la viga en el cual se generan momentos de torsión.

Donde:

$V =$  Carga aplicada a la viga por parte del peldaño.

Al ser  $\alpha$  la inclinación el momento torsor será:

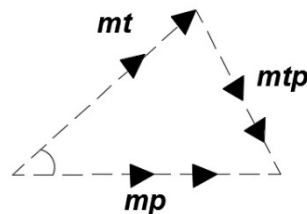


Figura 2.18 **Descomposición de fuerzas entre peldaño y viga.**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.18 se visualiza la descomposición de fuerzas que surge en el encuentro peldaño viga, se puede ver el momento torsor que genera el peldaño en la viga.

Donde:

$m_{f_1}$ =Es el momento de flexion que se produce en la viga.

$mt$ =Es el momento de torsión que se produce en la viga.

$$mt = mp \cos \alpha$$

El diagrama de  $mt$  es:

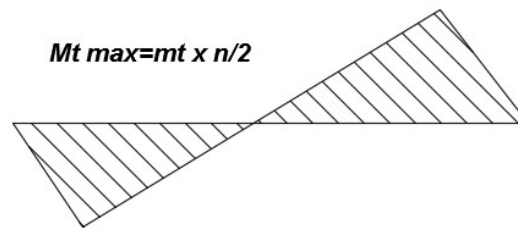


Figura 2.19 **Diagrama de momento torsor máximo**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.19 se visualiza el diagrama del momento torsor máximo a lo largo de toda la viga

Donde:

$n$  = Número de peldaños.

Cuando es trabajado por metro lineal el momento torsor máximo viene dado por la siguiente ecuación.

$$Mt_{max} = mt * \left( \frac{l - d}{2} \right)$$

$mf_1$  = es muy pequeña y podría no considerarse, sin cometer errores considerables.

$$mf = Mp \operatorname{sen} \alpha$$

$$Mf_1 = mf_1$$

Momento de flexión en la viga:

a)  $M(-) = \frac{1}{12} WL^2$ .

b)  $M(+)$  =  $\frac{1}{16} WL^2$ . (Si esta empotrada según el ACI)

c) Si cae en columna es preferible ser conservador y tomar:

$$M(+)$$
 =  $\frac{1}{10} WL^2$ .



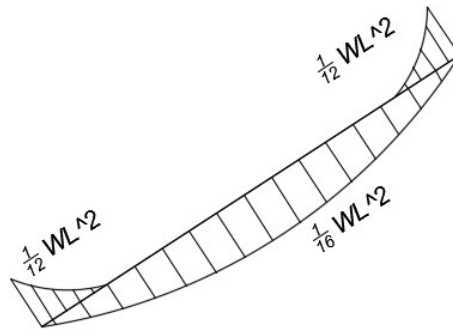


Figura 2.20 **Distribución de momento en viga**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.20 se visualiza la distribución de momentos a lo largo de toda la viga a lo largo de toda la escalera.

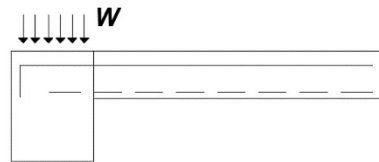


Figura 2.21 **Cargas aplicadas en la viga**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.21 se visualiza las cargas bajo la cual está sometida la viga.

Donde:

$$W = W_{\text{viga}} + W_{\text{peldaño}} + W_{\text{muro}} \text{ (si es que se tuviera muro)}$$

(Fernandez Chea, 2011)<sup>12</sup>

### 2.2.2.8 Escaleras Autoportantes

Se debe evitar la construcción de este tipo de sistema estructural por la problemática que tiene el mismo debido a las cargas en el punto medio del sistema estructural.

Este sistema tiene características geométricas en el descanso intermedio que produce cargas críticas debido a sismos las cuales también afecta en parte a los tramos inferior y superior.

<sup>12</sup> Fernandez Chea, C.. (2001). Escaleras helicoidales. En análisis y diseño de escaleras (pp. 69-70). Lima-Peru: CIENCIAS.

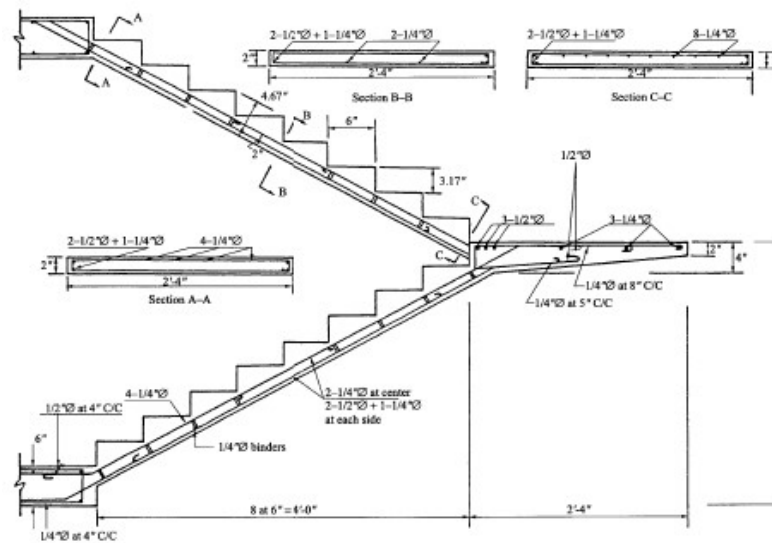


Figura 2.22 **Plano detalle de una escalera autoportante**

Fuente: M.Y.H. Bangash/*Staircases. Structural analysis and design*. Pág.206

En la Figura 2.22 se visualiza el armado final detallado de una escalera autoportante con descanso variable junto a algunos cortes de la misma.

### **MÉTODO DE DISEÑO**

El análisis se hace como si fuera una estructura articulada.

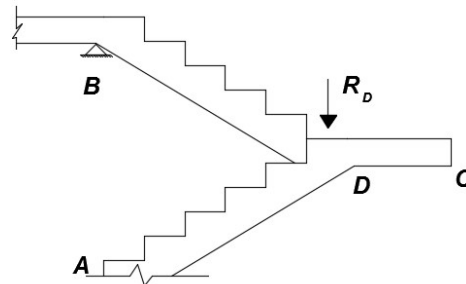


Figura 2.23 **Modelo geométrico escalera autoportante.**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.23 se visualiza el modelo geométrico de la escalera autoportante en el cual se visualizan los apoyos y el descanso.

Donde:

$R_d$  = Carga aplicada directamente al comienzo del descanso por parte de los dos tramos aladaños al mismo .

El Punto D no debe tener desplazamiento considerándose en ese punto como si tuviera un apoyo ficticio por lo cual el diagrama de momentos vendría a ser el siguiente.

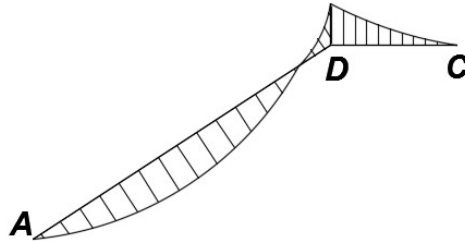


Figura 2.24 **Representación gráfica de los momentos**

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 2.24 se visualiza una representación gráfica de los momentos para una escalera autoportante en el primer tramo de la misma.

Cuando se aplica la reacción  $R_b$  se produce además dos fuerzas, una de tensión (T) en la rampa superior y otra de compresión (C) en la rampa inferior, provocándose esfuerzos:

Las fuerzas T y C son excéntricas para cada una de las rampas. Proyectando la fuerza mediante un momento y una fuerza, hasta el centro de la rampa.

$$T1 = T$$

$$M = T * \left( \frac{b + m}{2} \right)$$

Calculando el esfuerzo  $f_1$ :

$$f_1 = \frac{T}{A} \pm \frac{My}{I} = f_1$$

$$f_1 = \frac{T}{b * t} - \frac{T * \frac{b + m}{2} * \frac{b}{2}}{\frac{1}{12} * t * b^3}$$

$$f_1 = \frac{T}{b} \left[ 1 - \frac{3(b + m)}{b} \right]$$

$$f_1 = \frac{Rb}{1 \operatorname{sen} \alpha} \left[ 1 - \frac{3(b + m)}{b} \right]$$

De igual manera

$$f2 = \frac{Rb}{t\text{sen}\alpha} \left[ 1 + \frac{3(b+m)}{b} \right]$$

Similarmente trasladamos la fuerza C al centro de la rampa y calculamos los esfuerzos.

$$f3 = \frac{Rb}{t\text{sen}\alpha} \left[ 1 + \frac{3(b+m)}{b} \right]$$

$$f4 = \frac{Rb}{t\text{sen}\alpha} \left[ 1 - \frac{3(b+m)}{b} \right]$$

Los esfuerzos de flexión horizontal y vertical que se van a presentar en el descanso y que luego se les va a calcular su armadura.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Fernandez Chea,C.. (2001). Escaleras autoportantes. En análisis y diseño de escaleras (pp. 84-86). Lima-Peru: CIENCIAS.

### 2.2.3 Bases del método de rigidez

Cuando se quiere solucionar un Sistema Estructural como la escalera ya sea el caso del apoyado longitudinalmente en dos tramos se tiene la premisa de que forma obtener los momentos correctos para proceder a un diseño adecuado, siendo la solución más adecuada optar por el método de rigidez, el cual utiliza matrices para la obtención de las reacciones y momentos correspondientes.

Para escaleras las cuales se representan solo en un tramo con apoyos extremos o un tramo en voladizo es necesario solo plantear la obtención de las ecuaciones y momentos a través de las ecuaciones de equilibrio y en algunos casos uso de los coeficientes ACI para obtener dichos resultados.

Se denomina método de rigidez porque las ecuaciones finales a solucionar tienen como incógnitas los desplazamientos en función de las rigideces de los elementos. En este método se utiliza el principio de superposición, el cual se cumple para sistemas lineales, elásticos y que experimenten desplazamientos pequeños, o sea que las tangentes son iguales a los ángulos.

Debido a que en el método de la rigidez se trabaja con los desplazamientos en un punto determinado es importante definir lo que es un grado de libertad.(Estructuras E.I.A.,2015).<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Estructuras. E.I.A. (Julio de 2005). Método de rigidez para la solución de estructuras estáticamente indeterminadas. Set-2017, Sitio web: <http://estructuras.eia.edu.co/estructurasII/metodo%20de%20la%20rigidez/introduccion/metodo%20de%20rigidez%20basico.htm>

### MÉTODOLÓGIA DE USO

A continuación se muestra la matriz rigidez para un elemento tipo viga. Donde se han cambiado los ejes en números los cuales están en función de la gráfica mostrada anteriormente. (Brayan Novely, 2015)<sup>15</sup>

$$[k] = \begin{bmatrix} \frac{12EIy}{L^3} & \frac{6EIy}{L^2} & -\frac{12EIy}{L^3} & \frac{6EIy}{L^2} \\ \frac{6EIy}{L^2} & \frac{4EIy}{L} & -\frac{6EIy}{L^2} & \frac{2EIy}{L} \\ -\frac{12EIy}{L^3} & -\frac{6EIy}{L^2} & \frac{12EIy}{L^3} & -\frac{6EIy}{L^2} \\ \frac{6EIy}{L^2} & \frac{2EIy}{L} & -\frac{6EIy}{L^2} & \frac{4EIy}{L} \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix}$$

#### **Calculo de reacciones:**

Una vez calculados los desplazamientos resolviendo un sistema de ecuaciones, el cálculo de las reacciones es sencillo. A continuación se muestra la ecuación general para el cálculo de rigidez.

$$\begin{Bmatrix} F_1 + R_1 \\ F_2 + R_2 \\ \dots \\ F_n + R_n \end{Bmatrix}_G = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2n} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ k_{n1} & k_{n2} & \dots & k_{nn} \end{bmatrix}_G \begin{Bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \dots \\ \delta_n \end{Bmatrix}_G$$

A partir de la anterior ecuación tenemos simplemente:

$$\begin{Bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \dots \\ R_n \end{Bmatrix}_G = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2n} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ k_{n1} & k_{n2} & \dots & k_{nn} \end{bmatrix}_G \begin{Bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \dots \\ \delta_n \end{Bmatrix}_G - \begin{Bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \dots \\ F_n \end{Bmatrix}_G$$

<sup>15</sup> Brayan D. Novely. (2015). Conceptos generales. En análisis matricial de estructuras por el método de la rigidez (pp.11-13). Colombia: Independiente.

Tomando el mismo ejemplo que en la última sección el cálculo de reacciones sobre la viga biarticulada con carga P y q sería:

$$\begin{Bmatrix} R_{H1} \\ R_{V1} \\ 0 \\ R_{H2} \\ R_{V2} \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 & -\frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} & 0 & -\frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} & 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \\ -\frac{EA}{L} & 0 & 0 & \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} & 0 & \frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} & 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ \theta_1 \\ 0 \\ 0 \\ \theta_2 \end{Bmatrix} - \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{Bmatrix} \frac{2}{3}P \\ -\frac{20}{27}P \\ -\frac{4}{27}PL \\ \frac{1}{3}P \\ -\frac{7}{27}P \\ +\frac{2}{27}PL \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} 0 \\ +\frac{13}{54}qL \\ -\frac{1}{108}qL^2 \\ 0 \\ -\frac{31}{54}qL \\ \frac{1}{324}qL^2 \end{Bmatrix}$$

Introduciendo los valores de los giros en los extremos y multiplicando la matriz de rigidez por el vector de desplazamientos se tiene finalmente que:

$$\begin{Bmatrix} R_{H1} \\ R_{V1} \\ R_{H2} \\ R_{V2} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ \frac{6EI}{L^2}(\theta_1 + \theta_2) \\ 0 \\ \frac{6EI}{L^2}(\theta_1 + \theta_2) \end{Bmatrix} - \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{Bmatrix} \frac{2}{3}P \\ -\frac{20}{27}P \\ \frac{1}{3}P \\ -\frac{7}{27}P \end{Bmatrix} - \begin{Bmatrix} 0 \\ +\frac{13}{54}qL \\ 0 \\ -\frac{31}{54}qL \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{2}{3\sqrt{2}}P \\ \frac{18}{27\sqrt{2}}P - \frac{20}{81}qL \\ \frac{1}{3\sqrt{2}}P \\ \frac{5}{27\sqrt{2}}P + \frac{46}{81}qL \end{Bmatrix}$$

Esto completa el cálculo de reacciones. El cual es base para el cálculo de momentos en los diferentes casos de escaleras que lo requieran.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Wikipedia. (2017). Método matricial de la rigidez. Setiembre del 2017, de Fundación Wikipedia, Inc., Sitio web: [https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo\\_matricial\\_de\\_la\\_rigidez](https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_matricial_de_la_rigidez)

## 2.2.4 Bases del método de los coeficientes

El método de los coeficientes del ACI es una herramienta que permite a los ingenieros civiles diseñar, en forma muy simplificada, vigas, escaleras y losas horizontales que corresponden a sistemas estructurales continuos con apoyos simples y/o muros o columnas, sometidos a cargas de gravedad. Los coeficientes proporcionados por este método son los resultados de considerar las alternancias de cargas en las vigas, escaleras o losas continuas.(Natividad A.,Sanchez Arevalo,Carlos Lerno,Jeysi Ochoa,2016).<sup>17</sup>

Según la revista Ingenium con su Artículo: “Importancia del método de coeficientes del ACI en el diseño de losas continuas de concreto armado”. Se concluye que el método del ACI [1] permite trabajar en forma rápida y precisa, con la garantía de obtener resultados confiables .Siempre y cuando se cumpla con las limitaciones del método.

### **MÉTODOLOGIA DE USO**

Este método, reconocido, por la Norma Técnica de concreto armado E 0.60 [2], permite calcular momentos y fuerzas cortantes para el diseño de elementos continuos.

Las limitaciones de este método son:

- Deben de haber dos o más tramos de luces más o menos iguales. La luz del tramo mayor, de dos adyacentes, no debe exceder en más del 20 % de la luz del menor ( $L_{\text{mayor}} \leq 1.2 L_{\text{menor}}$ ).
- Solo debe haber cargas uniformemente distribuidas. Las cargas muertas y vivas uniformemente distribuidas en cada uno de los tramos tienen la misma intensidad.
- El pórtico, al cual pertenece la viga bajo análisis, debe estar arriostrado lateralmente sin momentos importantes debidos al desplazamiento lateral de la estructura producido por la carga de gravedad (Sanchez Arevalo,2016).<sup>18</sup>

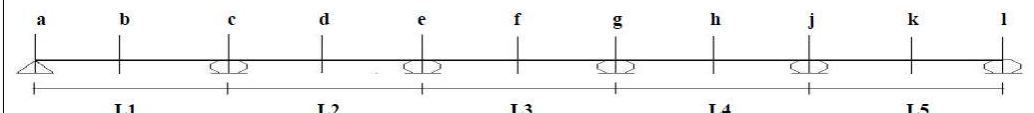
---

<sup>17</sup> Natividad A. Sánchez Arévalo , Carlos Lerno Zuñiga , Jeysi Ochoa Laguna . (Junio del 2016). Importancia del método de coeficientes del ACI en el diseño de losas continuas de concreto armado. Ingenium, 1, 10.

<sup>18</sup> Sánchez Arévalo.N. (2016). Importancia del método de coeficientes del ACI en el diseño de losas continuas de concreto armado. Ingenium, 1, p.2.



**TABLA N° 2**  
**COEFICIENTES DE MOMENTO KHUDA**



SPAN RATIO				MOMENT COEFFICIENT (C) AT DIFFERENT LOCATION										
L2/L1	L3/L2	L4/L3	L5/L4	a	b	c	d	e	f	g	h	j	k	l
1	-	-	-	0	0.0708	-0.123	0.0708	0	-	-	-	-	-	-
1.2	-	-	-	0	0.0588	-0.12636	0.0757	0	-	-	-	-	-	-
1.4	-	-	-	0	0.0429	-0.13389	0.0803	0	-	-	-	-	-	-
1.6	-	-	-	0	0.0315	-0.14349	0.0816	0	-	-	-	-	-	-
1.8	-	-	-	0	0.0195	-0.15424	0.0820	0	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	0	0.0056	-0.16533	0.0828	0	-	-	-	-	-	-
1	1	-	-	0	0.0803	-0.0994	0.0206	-0.0994	0.0803	0	-	-	-	-
1.2	1.2	-	-	0	0.0798	-0.08314	0.020972	-0.11421	0.079475	0	-	-	-	-
1.4	1.4	-	-	0	0.0839	-0.06257	0.016582	-0.12812	0.082362	0	-	-	-	-
1.6	1.6	-	-	0	0.0968	-0.03432	0.016836	-0.14187	0.082321	0	-	-	-	-
1.8	1.8	-	-	0	0.1254	-0.0046	0.020895	-0.15544	0.08239	0	-	-	-	-
1	1	1	-	0	0.0777	-0.1057	0.0344	-0.0727	0.0341	-0.1037	0.0777	0	-	-
1.2	1.2	1.2	-	0	0.072156	-0.09885	0.04202	-0.06851	0.028838	-0.11542	0.080354	0	-	-
1.4	1.4	1.4	-	0	0.060556	-0.1032	0.046814	-0.05243	0.02273	-0.0873	0.081013	0	-	-
1.6	1.6	1.6	-	0	0.038852	-0.12174	0.063266	-0.0255	0.020816	-0.14238	0.082167	0	-	-
1	1	1	1	0	0.079294	-0.10177	0.031235	-0.0801	0.039902	-0.0801	0.031235	-0.10177	0.079294	0
1.2	1.2	1.2	1.2	0	0.074629	-0.09374	0.033464	-0.0862	0.047112	-0.06888	0.028481	-0.11682	0.080008	0
1.4	1.4	1.4	1.4	0	0.074122	-0.07965	0.028806	-0.09755	0.052378	-0.05109	0.023905	-0.12981	0.081852	0

Table 1: Various Moment Co-efficient

Moment coefficient (C) in continuous beams for different span ratio

Moment,  $M=CWL^2$

Where, W= Uniform load; L= Respective span length for mid span moment or average of adjacent span lengths for Support moments

Donde:

C=Coeficiente de momento en vigas continuas para diferentes proporciones de tramos.

Momento:  $M = CWL^2$

W=Carga Uniforme L=Longitud respectiva del tramo para momentos en tramos medios o un promedio en los adyacentes (extremos).

Fuente: S.N. Khuda /**Design Aid for continuous beam Pág. 4**

En la Tabla 2 se muestra los coeficientes dados para momentos por S.N. Khuda los cuales están dados para varios tramos variables y han sido comprobados en software bajo la misma premisa.

Para el cálculo de momentos usando los coeficientes Khuda se tiene que hallar la relación de longitudes entre tramos (Span Ratio) una vez obtenida esta relación ubicarla en la tabla y obtener el coeficiente C respectivo el cual multiplicado en la formula  $M = CWL^2$  da como resultado el valor del momento que se desee obtener. Se tiene que resaltar que esta tabla funciona tanto para momentos extremos como para en el medio de los tramos.

## 2.2.5 Bases del software MatLab

MATLAB (abreviatura de MATrix LABoratory, "laboratorio de matrices") es una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M). Está disponible para las plataformas Unix, Windows, Mac OS X y GNU/Linux .

Entre sus prestaciones básicas se hallan: la manipulación de matrices, la representación de datos y funciones, la implementación de algoritmos, la creación de interfaces de usuario (GUI) y la comunicación con programas en otros lenguajes y con otros dispositivos hardware. El paquete MATLAB dispone de dos herramientas adicionales que expanden sus prestaciones, a saber, Simulink (plataforma de simulación multidominio) y GUIDE (editor de interfaces de usuario - GUI).

Es un software muy usado en universidades y centros de investigación y desarrollo. En los últimos años ha aumentado el número de prestaciones, como la de programar directamente procesadores digitales de señal o crear código VHDL.<sup>19</sup>

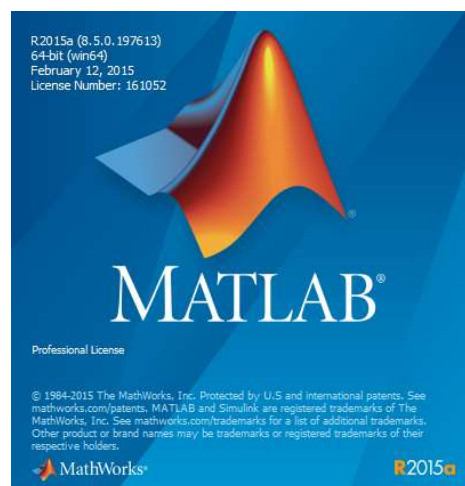


Figura 2.25 Pantalla inicio Matlab

Fuente: Matlab(Matrix Laboratory)/Inicio

En la Figura 2.25 se visualiza la pantalla de inicio de MATLAB versión R2015a en el cual se especifican características de la versión con términos y condiciones de la misma.

<sup>19</sup> Wikipedia. (2017). MATLAB. Setiembre del 2017, de fundación Wikipedia, Inc., Sitio web: <https://es.wikipedia.org/wiki/MATLAB>

## 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

-AXES: Subfunción de Guide la cual permite interactuar con diferentes tipos de gráficas y modificarlas o crearlas desde cero para un futuro uso en el programa y el cual cuenta con su propio código de programación.

-GUIDE: Subfunción de MatLab donde el software te permite crear una interfaz gráfica para cualquier tipo de programa, elaborado por el diseñador del software y con diversas subfunciones.

-HELICOIDAL: Tipo de escalera el cual ancla sus apoyos en “longitudinalmente” en sus puntos de inicio y final, este tipo se caracteriza por su forma curva con un radio de giro en todo su recorrido y un armado complejo el cual va en función de su propio y particular diseño.

-ORTOPOLIGONAL: Tipo de escalera el cual se puede anclar tanto longitudinalmente como transversalmente, tiene un diseño neto basado en un armado en forma de estribo a lo largo de todo su recorrido y es común verlo usado en tribunas de estadios o espacios libres donde se quiera resaltar el tipo de escalera.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1.1 Tipo de Investigación

Por la finalidad, es una investigación de carácter **exploratorio**, porque está orientada a investigar un tema que no ha sido profundizado el cual en este caso vendría a ser los sistemas de escaleras de concreto armado. Se pretende obtener información a partir de observar la repercusión que tiene el software realizado con respecto a personas que estén relacionadas al campo de la Ingeniería Civil.

#### 3.1.2 Diseño de la Investigación

Por la forma en que se recolectaron datos el diseño de esta investigación es de carácter **documental** ya que la obtención de información proviene de formularios de calidad del software los cuales evalúan el rendimiento y fiabilidad del mismo lográndose verificar el cumplimiento de los estándares mínimos de calidad del software. Asimismo se pretende lograr contemplar una medida del impacto que tiene el software en el campo de la Ingeniería Civil.

### **3.2 POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO**

La población a muestrear serán personas que tengan relación con el campo de la Ingeniería Civil de tal manera que puedan evaluar de manera correcta los diversos aspectos del software elaborado.

#### **Delimitación de la población de personas a muestrear**

Personas que tengan relación con el campo de la Ingeniería Civil.

Personas que hayan o estén estudiado la carrera de Ingeniería Civil.

Personas que tengan un grado académico con respecto a la carrera de la Ingeniería Civil:

- Magister
- Ingeniero
- Bachiller
- Estudiante

#### **Tamaño de Muestra a tomar**

Se evaluará los formularios de prueba de calidad del software (Anexo 02) obtenidos de la población que se muestre. Se cuentan con 25 formularios prueba de calidad del software de diversas personas que cumplen la delimitación de la población antes descrita. Los cuales contemplan un puntaje obtenido en base a la evaluación brindada al software.

Se han seleccionado aleatoriamente 10 personas que hayan brindado una evaluación al software.

**TABLA N° 3**  
**PUNTAJE OBTENIDO POR CADA EVALUADOR**

<i>Unidad Experimental (Evaluador)</i>	<i>Puntaje Obtenido(0-30)</i>
2	29
5	27
9	28
11	26
13	28
15	25
18	27
21	29
23	26
24	28

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los datos brindados en la Tabla N°3 se obtuvieron los siguientes resultados:

Media = 27.3

gl = 9

SD = 1.34

Alfa = 5%

CV= 4.9% = 5%

T<sub>9,0.025</sub> = 2.262

E(Beta) = 10.18%

N = 25

A continuación se procede a obtener el tamaño muestral deseado.

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E^2 + \frac{t^2 * CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Tamaño muestral

t = valor t student

CV = Coeficiente de variabilidad

N = Tamaño poblacional

E = Error experimental

Al desarrollar, se obtiene que los formularios de prueba de Calidad del Software que se deben analizar son de 5 evaluadores, al tenerse en un comienzo como premisa analizar un **50% de los formularios de calidad del software** y esta ser mayor al tamaño muestral necesario se seguirá teniendo en cuenta la premisa seleccionada desde un comienzo.

### 3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

<b>OPERACIONES CON VARIABLES</b>			
<b>TITULO:</b>	<b>“DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO”</b>		
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADOR</b>
Nivel de precisión del software	Fidelidad en los resultados a la hora de realizar los respectivos diseños para los diversos sistemas de escaleras de concreto armado.	Desempeño del software	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisión en los resultados.</li> <li>• Nivel de aceptación del software.</li> </ul>
Nivel de eficacia del software	Capacidad del software para cumplir los estándares mínimos de calidad del mismo y poder llegar a ser una herramienta muy útil en el diseño de escaleras de concreto armado.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de carga.</li> <li>• Nivel de detalle</li> <li>• Nivel de aceptación del software.</li> </ul>
Cantidad de sistemas de escaleras de concreto armado evaluados	Cantidad de sistemas de escaleras de concreto armado recopilados, analizados y programados en la distintas fases de la presenta investigación.	Investigación y diseño de escaleras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabilidad en los tipos de escalera.</li> <li>• Innovación en los diseños de escaleras de concreto armado</li> </ul>
Sector al cual está dirigido el software	Grupo poblacional al cual está dirigido el presente software adecuándose y cumpliendo las necesidades del mismo con respecto al tema de investigación.	Herramientas integradas al software	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas que ofrece el software.</li> </ul>

### **3.4 TÉC. E INSTR. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.4.1 Técnicas**

Las principales técnicas que se utilizaron para la recolección de datos fueron:

- Se repartieron formularios de calidad del software (anexo 02) , al sector al cual está dirigido el software, en los cuales se incluyeron premisas que detallan el nivel de confiabilidad, eficacia y repercusión del mismo en la rama de la Ingeniería Civil. Los formularios se repartieron cuando la programación base estaba terminada y a lo largo de toda la fase de desarrollo de la misma.
- Investigación bibliográfica con respecto a los sistemas de escaleras de concreto armado evaluados.
- Consulta a especialistas en la rama de diversos sectores como grados académicos.

#### **3.4.2 Instrumentos**

Formatos de evaluación de calidad del software.



## 3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

### 3.5.1 Procesamiento de datos

#### 3.5.1.1 Recopilación de datos

La toma de datos se brindó gracias a una serie de formularios de pruebas de calidad (Anexo 02) brindado a distintas personas que corresponden directa e indirectamente al ámbito del tema, esta recopilación de datos se brindó a partir de la versión 2.0 del software, en la fase beta de este. De tal manera de ya brindar un resultado de calidad a las personas que pudieron evaluar el software.

Los fines de esta recopilación de datos son:

- ✓ Implementar mayores herramientas al software las cuales estén dentro de las posibilidades de este para mejorar el nivel de desempeño y repercusión en las personas de la carrera.
- ✓ Tener una vista general del nivel de aceptación que tiene este frente a los distintos Ingenieros de la rama.
- ✓ Encontrar posibles bugs u problemas en la codificación a la hora de efectuar las distintas pruebas.
- ✓ Cumplir con los estándares mínimos al elaborar un software así como los niveles y fases que se deben efectuar o evaluar al tener la versión final de este.
- ✓ Evaluar la interfaz gráfica del software verificando lo amigable o entendible que es esta frente a los usuarios que harían uso del software.

### 3.5.2 Análisis de datos

#### 3.5.2.1 Análisis de datos y aplicación de modificaciones

Como se detalló en el subcapítulo población y/o muestra de estudio se analizarán estadísticamente un 50% de los formularios de calidad del software obtenidos (13 formularios). Los cuáles serán obtenidos al azar.

**TABLA N° 4**  
**DATOS OBTENIDOS DE LOS FORMULARIOS DE CALIDAD**  
**DEL SOFTWARE**

<i>Unidad Experimental (Evaluador)</i>	<i>Puntaje Obtenido(0-30)</i>
1	25
3	28
5	27
7	26
8	24
11	26
13	28
14	29
17	27
19	26
21	29
22	26
24	28

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los datos brindados en la Tabla N°4 se obtuvieron los siguientes resultados:

Media = 26.85

gl = 12

SD = 1.52

Alfa = 5%

CV= 5.66% = 6%

$T_{9,0.025} = 2.262$

E(Beta) = 7.69%

N = 25

A continuación se presenta un cuadro resumen con los datos y comentarios más relevantes obtenidos de los formularios de calidad del software, su repercusión con el mismo y el motivo por el cual se realizaron o no se realizaron modificaciones al software.

<u><b>DATOS/ COMENTARIOS</b></u>	<u><b>REPERCUSIÓN</b></u>	<u><b>MOTIVO</b></u>
✓ <i>Mejorar el nivel de soporte que brinda el software a la hora de colocar los datos e implementar los resultados.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de una mejora significativa en el menú de ayuda de todos los sistemas de escaleras de concreto armado, de igual manera en la exportación de resultados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Al ser un software aplicativo sobre temas muy poco tratados se pudo apreciar el poco entendimiento de distintos tipos de escaleras que no son muy frecuentemente tratadas, pero si se realizan en la actualidad, a lo cual se debe mejorar la forma o en este caso el menú de ayuda de estos.</li> </ul>
✓ <i>Implementar un mejor sistema de exportación de resultados acorde lo que se ve en los proyectos de la actualidad.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora en la exportación de resultados a Word/PDF como esta exigido en los proyectos de la actualidad en forma de memoria de cálculo para este.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hacer un software más competitivo a nivel actual para los distintos ingenieros y/o empresas que generan proyectos de acuerdo a los términos que estos requieren en las distintas áreas competentes.</li> </ul>
✓ <i>Gran nivel de aceptación de software y probable recomendación y uso de estos en otros proyectos.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentrarse en la calidad de datos como en su total validez de estos en todos los diseños de escaleras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Al posiblemente estar cumpliendo su propósito el cual es causar repercusión en el ámbito de la Ingeniera. Se debe centrar ahora en la fiabilidad completa de todos los datos resultantes de este.</li> </ul>
✓ <i>Ninguna aparición de un Bug o problema durante la evaluación del software por las distintas personas.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasar a una nueva etapa del desarrollo de software el cual es mejorar la programación y eliminar la totalidad de "garbage code".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La mejora del código y eliminación del garbage código se da para mejorar el tiempo que se demora este en procesar los resultados ya que el gabarge code es código que cumple su función de alguna u otra forma pero se puede codificar de distinta forma mejorando el tiempo que demora este en llegar al resultado.</li> </ul>

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 DESARROLLO DEL SOFTWARE

Los resultados con relación directa al **objetivo principal** el cual es proporcionar una Herramienta que pueda reducir un cálculo extenso sin dejar de ser preciso y eficaz para cualquier sistema de escalera de concreto armado, planteándose la elaboración de un software como hipótesis son los siguientes

**TABLA N° 5**  
**RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS FORMULARIOS DE PRUEBA**

<b><u>ASPECTO</u></b>	<b><u>RESULTADOS OBTENIDOS</u></b>
<b><i>Repercusión en la Profesión</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En un 93% de los formularios entregados se encuentra profesionales satisfechos o muy satisfechos con el software entregado.</li> <li>✓ En un 80% de los formularios entregados se encuentran profesionales que recomendarían a otros en el uso del software.</li> </ul>
<b><i>Fiabilidad del Software</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Un 90% de los formularios entregados dieron como resultado que el software es de confianza con un nivel entre 4 a 5, de una escala de 1 al 5</li> </ul>
<b><i>Presencia de errores en la Programación</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En su totalidad (100%), durante la prueba del software no se encontraron bugs o problemas en la programación que afectaran el desarrollo de este.</li> </ul>
<b><i>Eficiencia del Software</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Un 70% de los formularios entregados dieron como resultado que el software es de confianza con un nivel entre 4 a 5 , de una escala de 1 al 5</li> </ul>
<b><i>Facilidad de Uso</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Un 80% de los formularios brindaron un puntaje entre 3 a 5 en una escala del 1 al 5 en cuanto a la facilidad de instalación.</li> <li>✓ Un 90% de los formularios brindaron una respuesta entre 4 a 5 en facilidad de ingreso de resultados ejecución entre otras características del software en sí.</li> </ul>
<b><i>Portabilidad</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Un 95% de los formularios de prueba brindaron una calificación de 4 a 5 en el nivel de portabilidad del software.</li> </ul>

En la Tabla N°05 se presentan los resultados obtenidos de los formularios de prueba de calidad del software los cuales dan a conocer el nivel eficacia y precisión del mismo desde la perspectiva del sector a quien va dirigido.

Los resultados con relación directa al **primer objetivo específico** el cual es establecer las bases que se deben tener en cuenta para la elaboración de un software orientado a cualquier sistema en el ámbito de la ingeniería civil son los siguientes

**TABLA N° 6**  
**BASES PARA LA ELABORACION DEL UN SOFTWARE**

<b><u>TEMA</u></b>	<b><u>PUNTOS TRATADOS</u></b>
<b><i>Elaboración de Programas orientados a la Ingeniería.</i></b>	<i>Programación del Software</i>
	<i>Diseño de interfaz grafica</i>
	<i>Compilación del Software</i>
	<i>Conexiones de Seguridad</i>

A continuación se describen cada una de las premisas mencionadas en la Tabla N°06.

- ***Programación del Software***
  - Diversas funciones que se puede utilizar en la programación con sus correspondientes conexiones unas a otras en el programa principal y programas secundarios, para cada elemento en el software ya sean axes, button, list u otros medios utilizados.
  - Conexiones externas entre el software a otros elementos como Word al momento de exportar o imágenes externas que se deben implementar a este.
  - Integración de Datos ingresados por el usuario al software para su futuro uso en sistema doublé (sistema de trabajo elegido para Matlab).
  - Exportación de Resultados e integración de estos a los elementos en la interfaz gráfica correspondiente.

- ***Diseño de Interfaz Grafica***

- Integración de las diversas herramientas brindadas por Matlab a la interfaz que se está ejecutando, modificaciones en sus propiedades e integración de Elementos que el usuario desee mostrar.
- Uso y conexión de las diversas herramientas en la Interfaz gráfica a la interfaz de programación, con Callback, HObject entre otras funciones.
- Ajuste de características ingresadas por el programador de la interfaz grafica a la interfaz de programación con sus respectivos Tagas.

- ***Compilación del Software***

- Uso de la Función Brindada por MatLab para compilar software, con sus respectivas subfunciones entre otras características.
- Ingreso de Herramientas para brindar una compatibilidad con otras pcs o en el caso de que esta no tenga MatLab instalado un subprograma capaz de ejecutar las subfunciones y el software en si.

- ***Conexiones de Seguridad***

- Las conexiones de seguridad se brindan al ingresar al software ingresando un usuario y contraseña digitados dados para los usuarios que ingresen al programa.
- La programación del subprograma para acceso al usuario se realizó como cualquier otro subprograma ya ejecutado con la única diferencia de que el programador/diseñador ingreso un registro de usuarios y contraseñas compatibles y/o autorizados para poder digitarse en caso de no tener estas no se podrá ingresar al software.

## 4.2 ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE ESCALERAS DE C.A.

Los resultados con relación directa **segundo y tercer objetivo específico** el cual es indicar los métodos de diseño más eficaces que se pueden usar en los diversos sistemas de escaleras de concreto armado y marcar diferencias entre los tipos de escaleras de concreto armado son los siguientes:

**TABLA N° 7**  
**TIPOS DE ESCALERAS TRATADAS Y METODOS USADOS**

<u><b>APOYO</b></u>	<u><b>TIPO</b></u>	<u><b>DISEÑO</b></u>
<b>Longitudinal</b>	✓ <b>Ap. Longitudinalmente en un Tramo</b>	• <i>Diseño por resistencia según Norma la E.060.</i>
	✓ <b>Ap. Longitudinalmente en dos Tramo</b>	• <i>Diseño por resistencia según Norma la E.060.</i>
	✓ <b>Ortopoligonal</b>	• <i>Diseñado bajo la premisa de viga con carga repartida.</i>
<b>Transversal</b>	✓ <b>Ap. Transversalmente con dos Apoyos</b>	• <i>Diseñado como viga triangular</i>
	✓ <b>Ap. Transversalmente a una viga</b>	• <i>Diseño por resistencia según Norma la E.060.</i>
<b>Otros</b>	✓ <b>Apoyado a una viga central</b>	• <i>Diseño por resistencia según Norma la E.060.</i>
	✓ <b>Helicoidal</b>	• <i>Diseñado por el método de Bergman</i>

En la Tabla N°07 se presentan los diversos sistemas de escaleras de concreto armado tratados con el método de diseño seleccionado.

A continuación se presenta un breve comentario detallando cada método de manera resumida y precisa.

- **Apoyada longitudinalmente en un tramo y dos tramos:**

Los tipos de escaleras apoyadas longitudinalmente en un tramo o dos tramos son los más comunes, variando en ellos el punto de apoyo medio, el cual se coloca a criterio del diseñador con similitud a un caso real, diseñándose en algunos casos en dos tramos o un tramo según el criterio antes descrito.

- ***Escalera ortopoligonal:***

La elección del método de viga con carga repartida, el cual para el autor de esta tesis solo es más una premisa de cómo se implementa la colocación de la carga en el sistema de escalera, se da en la fase del diseño del armado final siendo un método de diseño muy acertado y con un nivel un poco mayor de seguridad con respecto a otros métodos.

- ***Apoyada Transversalmente con dos Apoyos***

El diseño bajo carga Triangular es el más acorde a la realidad en comparación a un diseño como viga rectangular ya que este vendría a ser una aproximación al caso real reduciéndose el cálculo, el momento negativo se debe diseñar según la sección que soporta, en este caso por la forma de los escalones una sección triangular.

- ***Apoyada Transversalmente a una Viga***

Este sistema cuenta con dos fases de diseño la primera corresponde al diseño de la viga bajo cargas las cuales también incluyen torsión y la segunda fase vendría a ser el diseño del peldaño como un elemento en voladizo, se resalta que los apoyos de la viga son variables dependiendo del diseñador el cual debe tomar en cuenta el tipo de apoyo, ya sea una conexión directa a una vigueta, viga o una losa.

- ***Apoyada a una Viga Central***

Este vendría a ser un caso particular en el cual los peldaños se apoyan directamente en la viga en la parte superior a este y la viga soportaría directamente las cargas que soporta la escalera ,siendo el peldaño solo diseñado como medio que transfiere la carga y que soporta mayoritariamente efectos de flexión en sus extremos.



- **Helicoidal**

Es un caso muy particular, pero encontrado en varios diseños desde los años 90, cuenta principalmente con efectos de torsión al ser un sistema que se diseña tomando varios factores como su radio de giro, ángulo formado entre el tramo inicial y final, entre otras variantes. Su diseño varía por varios autores tomándose el método de Bergman por ser un poco más orientado a lo programable utilizando coeficientes en función a los datos iniciales, encontrados en tablas de diseño los cuales pueden interactuar eficazmente con el software.

**TABLA N° 8**  
**INFORMACION DEJADA SOBRE LOS DIVERSOS CASOS DE**  
**ESCALERAS DE C.A.**

<b><u>TEMA</u></b>	<b><u>PUNTOS TRATADOS</u></b>
<b><i>Diseño de Escaleras</i></b>	✓ Conceptos básicos y definiciones de los diversos tipos de escaleras de concreto armado, con respecto a sus diversos métodos de diseño, también tratándose los diversos apoyos que se pueden considerar respecto a las estructuras aledañas a esta.
	✓ Análisis y diseño paso a paso de cada uno de los diversos tipos de escalera con unas cargas y valores predeterminados para una mejor orientación, en formato Excel y exportado a Word, en el cual se puede visualizar el procedimiento seguido para el diseño entre otras funciones tratadas.
	✓ Armado del acero de los diversos tipos de escaleras de concreto armado con respecto a los datos obtenidos de esta.
	✓ Interpretación de resultados obtenidos y datos bases ingresados para el diseño con respecto a las distintas características que se tienen en campo.
	✓ Todos los puntos anteriores son con respecto a los tipos de escaleras integrados a esta tesis los cuales se han descrito anteriormente

En la Tabla N°08 se presenta la información dejada sobre los diversos sistemas de escaleras de concreto armado.

## 4.3 PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE

### 4.3.1 Software de Trabajo

El software usado a sido MatLab (Matrix Laboratory) el cual a servido como un entorno de desarrollo integrado libre entre el programador y el sistema operativo. Se tuvieron otras opciones a la hora de elegir el software de trabajo como por ejemplo el conocido NetBeans la cual tiene una interfaz muy amigable con el programador entre otras herramientas más funcionales y un galería de subfunciones mucho más extensa y más amigable en el ámbito de la interfaz gráfica, pero se eligió el MatLab por las siguientes razones.

- ✓ MatLab a sido una herramienta de diseño y programación orientada netamente al ámbito de las matemáticas/ingeniera, dando por ejemplo que en gran mayoría sus funciones son dadas por funciones trigonométricas, axes con una programación orientada a recibir las gráficas por funciones entorno a un número determinado de variables.
- ✓ El uso de matrices el cual es vital para el análisis del gran número de sistemas de escaleras de concreto armado es aceptado y muy recibido por el MatLab teniendo a su disposición la herramienta de matrices la cual puede modificar los coeficientes internos de este variando sus propiedades así como su tamaño entre otras cosas, algo muy importante a la hora de optimizar el programa para un menor tiempo de procesamiento de datos.
- ✓ Los axes usados en la interfaz gráfica para el armado de los diversos sistemas de escaleras de concreto armado nos ayudan a relaciones los coeficientes resultados con el axes del armado el cual obviamente se tiene que enlazar para mostrar estos en su respectivo armado, cosa que se hace muy sencilla por las herramientas que tiene el mismo programa ,pero es de resaltar que en términos de acabado del software es muy complicado mejor el acabado ya dado de forma predeterminado por MatLab, añadiendo un entorno con el usuario más técnico.

#### 4.3.1.1 Características del Programa

A continuación presento las características de la “Versión” en la cual fue desarrollado el programa. Los datos fueron extraídos del mismo programa.

**NOMBRE:** MatLab(Matrix Laboratory)

**EMPRESA DESARROLADORA:** MathWorks

**GENERO:** Software Matemático

**VERSION USADA:** R2015a

**PLATAFORMA:** x86-64

**LENGUAJE DE PROGRAMACION CONFIGURADO:** MATLAB

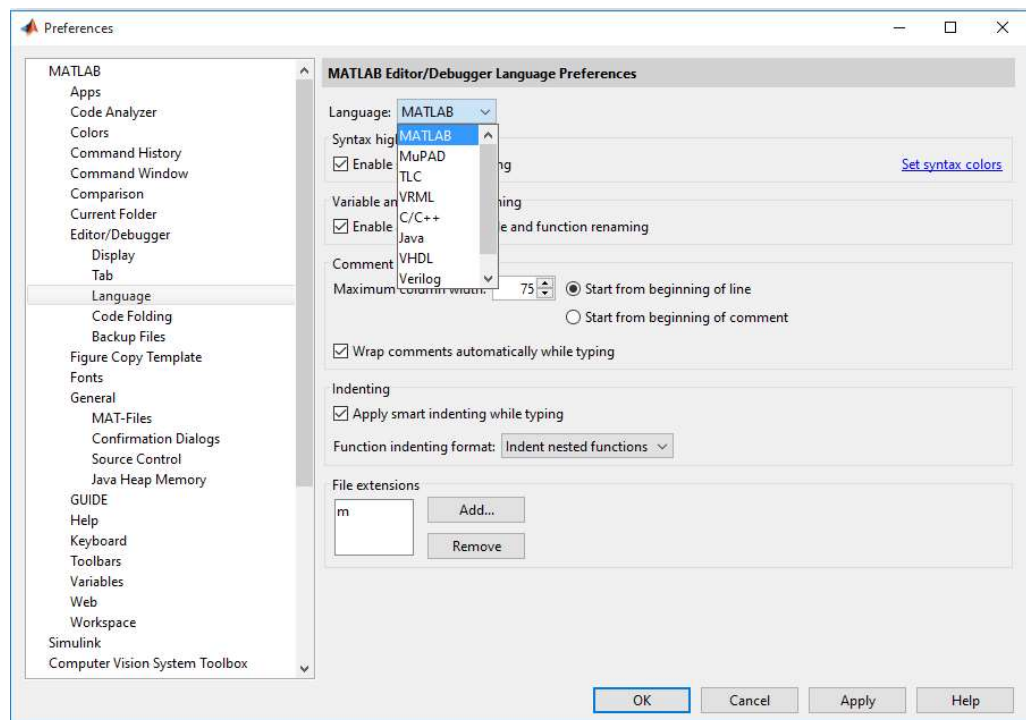
**SISTEMA OPERATIVO:** Microsoft Windows

**IDIOMA:** Ingles

#### 4.3.2 Lenguaje de Programación

El lenguajes de programación por el cual fue trabajado fue el propio lenguaje de programación dado por el entorno de desarrollo integrado(MatLab) el cual se denomina igual a su medio desarrollados “MATLAB”. Se escogió este por las siguientes razones:

- ✓ MatLab (lenguaje de programación) es mucho más sencillo a comparación de los otros lenguajes. El cual por temas de uso de fórmulas entre otras cosas se vuelve ideal para el diseño del software
- ✓ Al ser un lenguaje de programación directamente relacionado al entorno de desarrollo usado se hace más fácil integrar las subsunciones o herramientas que nos brinda el propio programa.



**Figura 3.1 Configuración del lenguaje de programación**

Fuente: Matlab(Matrix Laboratory)/Preferences-Language

En la Figura 3.1 se visualiza la configuración que brinda MATLAB junto a los diversos lenguajes de programación que brinda, se puede el nivel de compatibilidad del programa con diversos lenguajes de programación.

### 4.3.3 Conexiones de Seguridad

Las conexiones de seguridad del sistema estarán dadas por un entorno de ingreso con sistema de usuario y contraseña los cuales serán mediados para ser habilitados juntos a la instalación de programa por el equipo desarrollador del software. Estos datos contarán con una seguridad mínima al ser almacenados en el sistema data del software; en el cual el usuario no tendrá acceso ninguno al ser exportado a un aplicativo por el equipo desarrollador. Siendo solo modificables por este. En un futuro mediante se desarrolle el software se contemplara la posibilidad de hacerlo de libre acceso para el público “especializado” en general por el hecho de que para usarlo se deben tener criterios básicos de ingeniería.



Figura 3.2 **Ventana de interacción para el acceso del usuario.**

Fuente: Matlab(Matrix Laboratory)/Run. Login

En la Figura 3.2 se visualiza la Ventana de Inicio en la cual el Usuario Brinda su Usuario y Contraseña brindados por el Programador para poder Ingresar al Menú de Inicio.

#### 4.3.4 Interfaz Grafica

La interfaz gráfica fue hecha gracias al uso de la herramienta guide. Una sub función de MatLab que sirve como un entorno desarrollador con múltiples opciones como la inclusión de Axes, PushButton, entre otros. Esta herramienta está muy bien adaptada en el ámbito matemático pues su uso principal es aceptar variables matemáticas para la correlación de sus propias subsunciones, activándose y desactivándose siendo el caso de cumplir o no cumplir las especificaciones de otros datos especificados por el desarrollador.

##### 4.3.4.1 Bases de la Herramienta GUIDE

Las GUI (también conocidas como interfaces gráficas de usuario o interfaces de usuario) permiten un control sencillo (con uso de ratón) de las aplicaciones de software, lo cual elimina la necesidad de aprender un lenguaje y escribir comandos a fin de ejecutar una aplicación.

Las apps de MATLAB son programas autónomos de MATLAB con un frontal gráfico de usuario GUI que automatizan una tarea o

un cálculo. Por lo general, la GUI incluye controles tales como menús, barras de herramientas, botones y controles deslizantes. Muchos productos de MATLAB, como Curve Fitting Toolbox, Signal Processing Toolbox y Control System Toolbox, incluyen apps con interfaces de usuario personalizadas. También es posible crear apps personalizadas propias, incluidas las interfaces de usuario correspondientes, para que otras personas las utilicen.

### Creación de una GUI de MATLAB de forma interactiva

GUIDE (entorno de desarrollo de GUI) proporciona herramientas para diseñar interfaces de usuario para apps personalizadas. Mediante el editor de diseño de GUIDE, es posible diseñar gráficamente la interfaz de usuario. GUIDE genera entonces de manera automática el código de MATLAB para construir la interfaz, el cual se puede modificar para programar el comportamiento de la app.

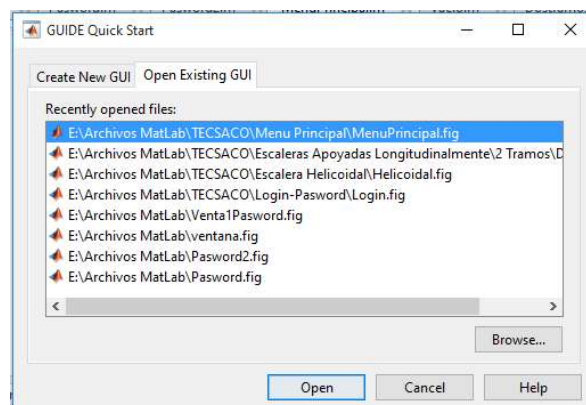


Figura 3.3. Pantalla de Inicio .GUIDE

Fuente: Matlab(Matrix Laboratory)/GUIDE Quick Start

En la Figura 3.3 se visualiza la Pantalla de Inicio que Brinda MATLAB para la creación de una Interfaz una GUIDE pudiendo abrirse archivos recientes o crear la Interfaz desde cero.

#### 4.3.4.2 Menú Principal

A continuación se presenta la configuración usada en el entorno de desarrollo Guide para el menú principal el cual distribuye a los diferentes subprogramas de sistemas de escaleras de concreto armado, así como el acabado final al momento de correr el subprograma.

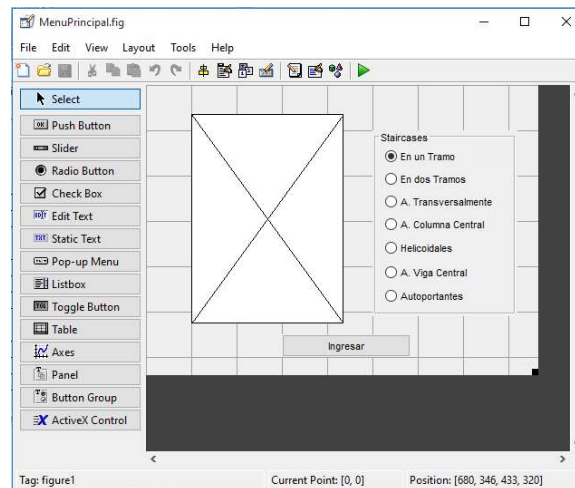


Figura 3.4 Menú principal. GUIDE

Fuente: Matlab(Matrix Laboratory)/GUIDE

En la Figura 3.4 se visualiza la interfaz gráfica del menú de inicio vista desde la interfaz de diseño brindada por MATLAB.



Figura 3.5 Acabado del subprograma Menú Principal.

Fuente: Matlab(Matrix Laboratory)/Run. Menú Principal

En la Figura 3.5 se visualiza el menú de inicio del software brindando un listado de tipos de escaleras que se pueden acceder.

#### 4.3.4.3 Interfaces varias

A continuación se presenta la configuración usada en el entorno de desarrollo Guide para los diferentes grupos de sistemas de escaleras de concreto armado, así como el acabado final al momento de correr el subprograma.

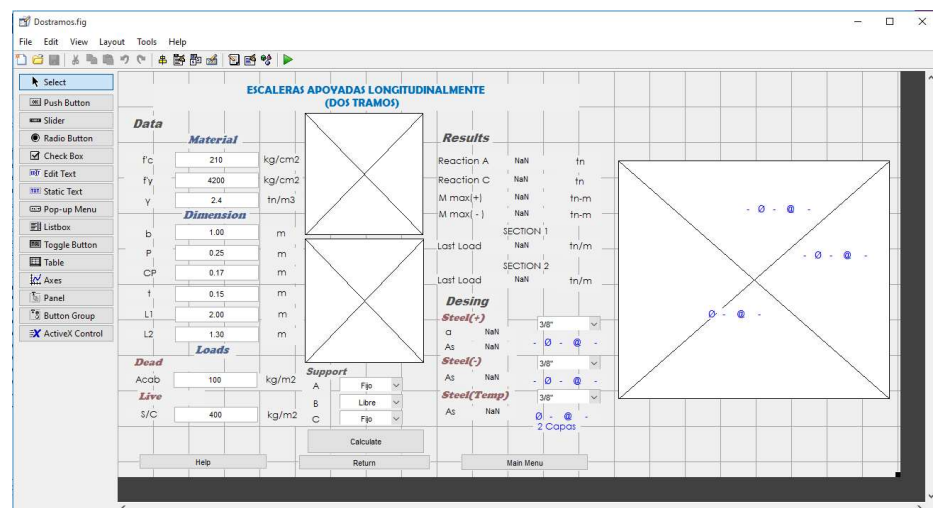


Figura 3.6 Dostramos. GUIDE

Fuente: Matlab(Matrix Laboratory)/GUIDE

En la Figura 3.6 se visualiza la interfaz gráfica de la escalera longitudinal en dos tramos vista desde la interfaz de diseño brindada por MATLAB.

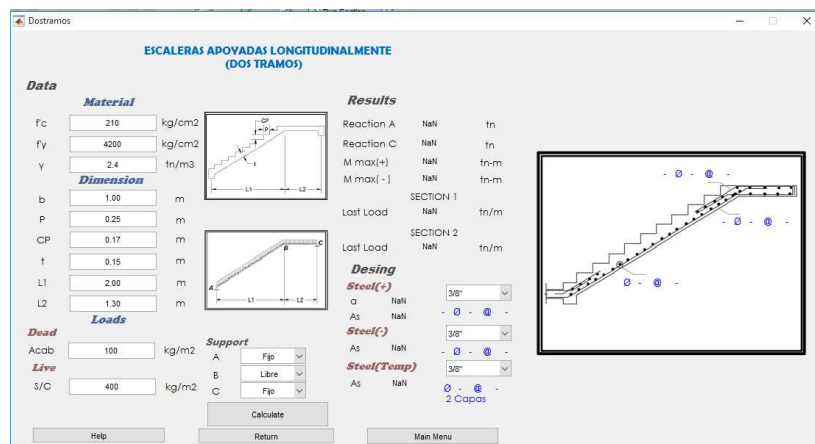


Figura 3.7 Acabado del subprograma Dostramos

Fuente: Matlab(Matrix Laboratory)/Run. Dostramos

En la Figura 3.7 se Visualiza la pantalla de diseño para la escalera apoyada longitudinalmente en dos tramos.



### 4.3.5 Medio de compilación

El método de compilación para el software será el pre-establecido por el mismo Matlab, accediendo a la función Application Compiler, uniendo los subprogramas para poder crear el aplicativo en general, este paso se podrá mejorar mediante se avance el software resolviendo futuros problemas los cuales aparecen comúnmente en la fase de desarrollo de cualquier programa.

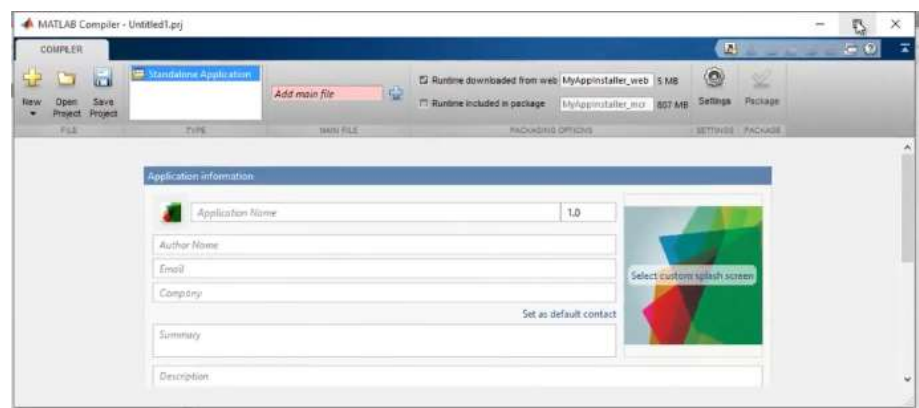


Figura 3.8 Aplicación Compiler

Fuente: Matlab(Matrix Laboratory)/Application Compiler

En la Figura 3.8 se visualiza la pantalla principal con las opciones que brinda MATLAB a la hora de compilar el Software en la cual uno puede detallar características del mismo.

#### 4.4 VERSIONES DEL SOFTWARE

<u>VERSION</u>	<u>MODIFICACIONES</u>	<u>MOTIVO</u>
<b>StairCases 1.0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Interfaz Gráfica Base Terminada con multiopciones en los Apoyos, dependiendo del caso que se esté evaluando.</li> <li>✓ Tipos de Escaleras que se Evalúan: Longitudinal, Helicoidal, Transversal, Apoyada a una Viga, Ortopoligonal.</li> <li>✓ Menú Principal Básico con Interacción a los Subprogramas.</li> </ul>	-
<b>StairCases 1.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Acoplamiento de Armados a la Interfaz Gráfica de los distintos tipos de Escaleras con Interacción a los Textos de Diseño.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software muy Básico, contando MatLab con más subfunciones que pueden Apoyar a mejorar el software y el resultado final que estos brindan. Con esta implementación se llega a una mejor comprensión de Resultados.</li> </ul>
<b>StairCases 1.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Acoplamiento del Botón Comando de Ayuda a los distintos tipos de Escaleras, de la misma forma el Botón Menú Principal y Retornar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar el entendimiento a la hora de Colocar los Datos base en los distintos tipos de Escaleras. Así como mejorar la fluencia entre las distintas interfaces gráficas.</li> </ul>
<b>StairCases 1.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Implementación de los Tipos de Escaleras: Transversal apoyada en una Viga Central.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindar una mayor diversidad en los tipos de Herramientas/Tipos de Escaleras con las que se pueden Trabajar.</li> </ul>
<b>StairCases 1.4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Elaboración de una Interfaz Gráfica para el Ingreso del Usuario con Clave y Contraseña. La cual tiene comunicación directa con el Menú Principal y este los Subprogramas de Tipos de Escaleras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificar el comienzo de Brindar tomas de Muestra a Personas de la Rama para que puedan brindar sus opiniones así como Aspectos que se puedan Mejorar.</li> </ul>
<b>StairCases 2.0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Acoplamiento del Boton Exportación de Memoria de Calculo como Exportación a Autocad, para su próxima programación y exportación de Datos a otros Programas tales como Autocad y Work o Pdf.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindar los resultados de una forma más acorde a la actualidad, con el fin de hacer un software multifuncional y veloz para cualquier tipo de Proyecto.</li> </ul>
<b>StairCases 2.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Acoplamiento de las listas Idioma y Unidades a las diferentes Interfaces Graficas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar el número de Herramientas con las que puede trabajar el Software, de igual manera mejorar el nivel de este comparado a otros y expandir horizontes, no solo a personas del entorno Nacional.</li> </ul>
<b>StairCases 2.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Eliminación del Botón Exportación a AutoCAD.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La interfaz de Diseño no brinda Información o Herramientas Necesarias para efectuar esta Subfuncion en la actualidad por lo se eliminó esta Subfuncion y se contempla implementarla en el futuro, cuando se tenga mayor conocimiento del tema.</li> </ul>

#### 4.5 VARIABLES DE DISEÑO

TIPO DE ESCALERA	VARIABLES(MÉTODOS) DE DISEÑO	DISEÑO ELEGIDO
HELICOIDAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de Bergman</li> <li>• Método de Nicloski</li> <li>• Método de Mattock</li> <li>• Método de Morgan</li> <li>• Método de Scordelis</li> <li>• Método de Arya y Praskash</li> <li>• Método de Menn</li> <li>• Elementos Finitos</li> </ul>	Método de Bergman
	<p><b><u>Criterio de Selección:</u></b> En el diseño de escaleras helicoidales tienen diversos métodos de diseño, siendo unos más precisos que otros. El método de Bergman es un método orientado directamente a la introducción de coeficientes que modifican el diseño, estos coeficientes son dados por una tabla la cual toma valor en relación a la información base de la escalera, este tipo de método facilita al programador el cálculo automático del resultado y a diferencia de otros métodos que utilizan datos dados por líneas de Influencia como son el caso del método de Scordelis y Praskash hace más fácil la programación y reduce el tiempo en procesamiento de datos.</p>	
ORTOPOLIGONAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de la Analogía de la Columna</li> <li>• Método Viga con Carga Repartida</li> <li>• Método Viga con Carga Puntual</li> </ul>	Método. Viga con carga repartida
	<p><b><u>Criterio de Selección:</u></b> Para escaleras ortopoligonales la metodología de diseño en los diversos casos es muy similar, solo variándose la forma en que se toma la distribución de las cargas. Se optó por el método de la viga con carga repartida por ser un método en tanto sencillo en la distribución de cargas y a criterio del autor de mayor seguridad a la hora de distribución del acero.</p>	
APOYADA TRANSVERSALMENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño como viga triangular</li> <li>• Diseño como viga rectangular</li> </ul>	Diseño como viga triangular
	<p><b><u>Criterio de Selección:</u></b> Se optó por el diseño como viga triangular por ser más acorde a la realidad ya que al tomarse como viga rectangular solo vendría a ser una aproximación al caso real. Se tiene que resaltar que los resultados son muy similares mas no iguales y aumentándose esta diferencia en función directa al aumento de cargas.</p>	

#### 4.6 VARIABLES DE PROGRAMACIÓN

HERRAMIENTA DE PROGRAMACIÓN	VARIABLES(MÉTODOS) DE PROGRAMACIÓN	MÉTODO ELEGIDO
SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MatLab</li> <li>• NetBeans</li> <li>• Framework</li> <li>• Java 8 JDK</li> <li>• Microsoft Visual Basic</li> <li>• Otros</li> </ul>	MatLab
	<p><b><u>Criterio de Selección:</u></b> En la selección del software que sería usado como una interfaz para la programación y diseño de interfaz gráfica ,así como otras opciones del software que el mismo brinda se optó por MatLab al ser un programa muy conocido en el campo de la Ingeniería y trabajar netamente en matrices, elemento que facilita mucho la programación al efectuarse varios cálculos involucrando a estas y tener una creación de interfaz gráfica(Guide) amigable acorde al tema que se está tocando y al sector al cual va dirigido el software.</p>	
LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MatLab</li> <li>• MuPAD</li> <li>• TLC</li> <li>• VRML</li> <li>• C/C++</li> <li>• Java</li> <li>• VHDL</li> <li>• Verilog</li> <li>• XML/HTML</li> </ul>	MatLab
	<p><b><u>Criterio de Selección:</u></b> En el software MatLab cuenta con una diversidad de lenguajes de programación, se optó por trabajar con el propio lenguaje de MatLab a razón de ser fácil de entender, contar con varias subfunciones y tener una amplia gamma de subprogramas ya desarrollados por diseñadores gracias a la plataforma virtual MathWorks, facilitando la recopilación de información para el autor.</p>	

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

- Entre los resultados que se obtienen en la fase de recopilación de información se pudo observar discrepancias en varios diseños (siguiendo ejemplos planteados por el autor) como son el caso del libro: “Análisis y Diseño de Escaleras” por el Autor Carlos Antonio Chea<sup>20</sup>. En este particular autor se encontró discrepancias en el Armado Final ya sea por errores en el metrado de cargas o en el cálculo de momentos, tomándose en cuenta como base para elegir un diseño adecuado.
- Los resultados brindados en el Libro StairCases por M.Y H. Bangash & T.Bangash<sup>21</sup> guardan relación con los resultados obtenidos en la presente tesis, pero se tiene que resaltar que en algunos casos se eligió un método diferente con una igual precisión de resultados a la del autor mencionado para tener un menor tiempo de procesamiento de datos ya que estos métodos contemplan un análisis exhaustivo en varios puntos para la obtención de momentos y cálculo del armado final.
- La aceptación de la hipótesis principal, la cual define como el software un método para reducir un cálculo extenso sin dejar de ser preciso y eficaz, es positiva, resultado obtenido del nivel de aceptación que tuvieron los formularios de calidad del software al sector que está dirigido el mismo.
- La aceptación de la primera hipótesis específica, la cual define que se tiene que tener en cuenta bases de diseño para poder programar un software orientado a la Ingeniería Civil es correcta ya que durante todo el tiempo que se elaboró el software se tuvieron en cuenta las mismas bases como premisa básica y no se reportaron bugs ni errores en la programación en el momento de evaluar el software.

---

<sup>20</sup> Fernandez Chea,C.. (2011). Análisis y Diseño de Escaleras .Lima-Peru: CIENCIAS.

<sup>21</sup> M.Y H. Bangash & T. Bangash (1999). StairCaes.Canada: A.A.Balkema.

- La aceptación de la segunda hipótesis específica, la cual define que para obtener los métodos de diseño más eficaces se tendrá que recopilar y comparar diversos métodos provenientes de varios autores eligiendo el más eficaz, es correcta , con la gran cantidad de métodos en la primera fase de desarrollo de la investigación se obtuvo una perspectiva más abierta con respecto a formas de diseñar diversos sistemas de escaleras y se pudo elegir un método de diseño que guarde relación con el caso real y que brinde un resultado confiable.
- La aceptación de la tercera hipótesis específica, la cual define que para diferencias distintos casos de sistemas de escaleras de concreto armado se deberán establecer diferencias claras entre cada caso, es correcta siendo plasmadas cada una de ellas en la descripción de los diversos tipos de escaleras de concreto armado.

## CONCLUSIONES

- Un software puede lograr ser una herramienta que pueda reducir cálculos extensos sin perder precisión y eficacia de los mismos .Se contempló el gran nivel de aceptación que tiene el mismo en nuestra rama de estudio (Ingeniera Civil) a través de los formularios de prueba de calidad del software.
- El establecimiento de las bases para la elaboración de softwares orientados a nuestra carrera es un hecho de vital importancia pues mediante estas se tendrá una base para el diseño de nuevos programas por parte de futuros profesionales de la Rama que se interesen en el medio.
- Proporcionar una fuente verídica con los métodos de diseño de sistemas de escaleras de concreto armado más eficaces para los distintos casos es algo que servirá de guía para futuros ingenieros que se interesen en el tema e incluso servirá de base para nuevos diseños que se presenten en un futuro. Ya que se pudo dar a conocer la poca veracidad de algunos autores con respecto a la información dejada de los mismos.
- Durante la elaboración de los distintos casos de sistemas de escalera de concreto armado se hallaron y marcaron notables diferencias tanto en el análisis como el diseño, las cuales se pueden apreciar en el anexo N°04 Diseño de escaleras y en el marco teórico donde se dio una definición clara de cada tipo de escalera de concreto armado.

### **OTRAS CONCLUSIONES**

- La gran diversidad de Sistemas de Escaleras de Concreto Armado corresponden a varios diseños con distintas premisas pero los cuales llegan a un mismo resultado ,algunos más cercanos a un caso real que otros, el cual es evitar las distintas fallas a poder ocurrir en estas y diseñar un armado capaz de soportar las cargas de manera eficaz y rentable.
- Se demostró que los distintos métodos de Diseño que existen ya sean para Escaleras Helicoidales , Ortogonales u otro tipo, dan un resultado muy similar, eligiéndose para el software el que se acerca más a la realidad en cuanto al diseño para los distintos casos de Escaleras.
- Durante la fase de Programación del Software, la cual esta detallada en esta tesis, se dio a entender que la Programación de estos no es un método difícil de realizar para las distintas estructuras que corresponden a nuestra profesión, se motiva al lector a realizar más de este tipo de proyectos los cuales en el análisis de resultados se puede visualizar notoriamente el gran impacto que produce en nuestra profesión.
- El impacto en la profesión que puede lograr a causar este software (resultado del análisis de los formularios) llevo y supero los estándares proyectados en las primeras fases de este proyecto. Pidiéndose fácilmente integrar en la elaboración de Proyectos que lo requieran.



## RECOMENDACIONES

- Se espera un mayor interés en la Programación de Softwares orientados a la Ingeniería de Diversos sistemas Estructurales e incluso en distintos ensayos o elementos de otra índole que se puede medir y mejorar a través de softwares.
- Los profesionales deben estar actualizado con las Herramientas que nos brindan en la Actualidad referentes al Diseño de diversos Sistemas Estructurales, así como subprogramas realizados por programadores independientes, los cuales cualquier persona con conocimientos básicos en la rama puede realizar.
- El realizar un correcto Diseño de Escalera de Concreto Armado es un hecho que debe tener más Importancia por los diversos tipos de fallas que pueda experimentar y la importancia de este Tipo de Estructuras en los proyectos ya sea cualquier Tipo de Escalera que se esté analizando.
- Dar mayor importancia a los diversos Tipos de Sistemas de Escaleras de Concreto Armado, correspondientes a su diseño y análisis. Es un sistema muy poco tratado pero de vital importancia en toda edificación por ser el medio principal de traslado de las personas en la edificación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernandez Chea, Carlos Antonio. (2011). Análisis y diseño de escaleras. Lima, Perú: Ciencias.
2. Bangash, M. & Bangash, T. (1999). Staircases-Structural analysis and design. Canadá: A.A.Balkema.
3. Ortega García, Juan Emilio. (2015). Diseño de estructuras de concreto armado-Tomo II. Lima, Perú: Macro.
4. Morales Morales, Roberto. (2016). Diseño en concreto armado. Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
5. Morales Calderón, Eduardo Rene. (2010). Tesis: Criterio de análisis, diseño, ejecución y ejemplos de aplicación sobre sistemas de escaleras de concreto armado. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
6. Baldor, Angel. (2016). Apuntes del curso concreto armado I. Tacna, Perú: Universidad Privada de Tacna.

## ANEXOS

**ANEXO N°01**  
Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
"DISEÑO Y PROGRAMACION DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO"					
INTERROGANTE DEL PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVOS		HIPOTESIS		PRUEBA ESTADÍSTICA O ESTRATEGIA
	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPOTESIS PRINCIPAL	INDICADORES	
¿Qué herramienta se puede usar para reducir un cálculo extenso sin dejar de ser preciso y eficaz en cualquier sistema de escalera de concreto armado?	Proporcionar una herramienta que pueda reducir un cálculo extenso sin dejar de ser preciso y eficaz para cualquier sistema de escalera de concreto armado.	Establecer las bases que se deben tener en cuenta para la elaboración de un software orientado a cualquier sistema en el ámbito de la Ingeniería Civil.	Para obtener una herramienta que pueda reducir un cálculo extenso sin perder precisión y dejar de ser eficaz se tendrá que elaborar un software en el cual se introduzca toda la información necesaria para el procesamiento de datos, análisis y exportación de resultados en los diversos sistemas de escaleras de concreto armado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisión en los resultados.</li> <li>• Nivel de aceptación del software.</li> <li>• Tiempo de Carga.</li> <li>• Nivel de detalle.</li> <li>• Nivel de aceptación del software</li> </ul>	<p>Tipo de Investigación: Exploratoria</p> <p>Diseño de Investigación: Documental</p> <p>Población: Personas con un grado académico en la carrera de Ingeniería Civil</p> <p>Correlación</p>
¿Qué bases se deben tener en cuenta para la elaboración de un software orientado a cualquier sistema en el ámbito de la Ingeniería Civil?	Establecer las bases que se deben tener en cuenta para la elaboración de un software orientado a cualquier sistema en el ámbito de la Ingeniería Civil.	Se deberán establecer bases de diseño para la elaboración de softwares orientados a la Ingeniería Civil los cuales explican de manera detallada los pasos a seguir para la elaboración de estos.	VARIABLE	INDICADIRES	ESTRATEGIA
¿Cuáles son los métodos de diseño más eficaces que se pueden usar en los diversos sistemas de escaleras de concreto armado?	Indicar los métodos de diseño más eficaces que se pueden usar en los diversos sistemas de escaleras de concreto armado.	Se tendrá que recopilar y comparar los métodos de diseño existentes, propuestos por diversos autores y seleccionar el más eficaz que pueda usar en los diversos sistemas de escaleras de concreto armado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de sistemas de escaleras de concreto armado evaluados.</li> <li>• Sector al cual esta dirigido el software.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabilidad en los tipos de escalera.</li> <li>• Innovación en los diseños de escaleras de concreto armado.</li> <li>• Herramientas que ofrece el software</li> </ul>	<p>Técnica de recolección de datos:</p> <p>Reparación de formularios de Calidad del Software, investigación bibliográfica y consulta a especialistas.</p> <p>Instrumento de Recolección de Datos: Formularios de Calidad del Software</p> <p>Correlación</p>
¿Cuáles son las diferencias entre los tipos de escaleras de concreto armado?	Marcar las diferencias entre los distintos tipos de escaleras de concreto armado.	Establecer diferencias para los distintos tipos de escaleras de concreto armado marcando parámetros claros a tener en cuenta tanto en la definición como el diseño de cada uno de estos.	VARIABLE	INDICADIRES	ESTRATEGIA

## ANEXO N°02

### Formato Prueba de Calidad del Software

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	<b>Nombre del Proyecto:</b> <b>“DISEÑO Y PROGRAMACION DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO”</b>
--	--

#### CONDICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS DE CALIDAD DEL SOFTWARE

<b>Objetivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener una información directa por parte del usuario al que está dirigido el software de las limitaciones que este puede llegar a tener como también solucionar problemas técnicos que se presenten en el uso de este.</li> <li>• Poder llegar a determinar el nivel de acogida que el software puede llegar a tener en el ámbito profesional.</li> <li>• Adquirir nuevas perspectivas por parte del usuario de a qué sector especializado puede llegar a estar dirigido el software así como nuevas ideas que se pueden incorporar al proyecto.</li> </ul>
<b>Versión del Software</b>	<b>StairCases 2.3</b>
<b>Fase de Desarrollo del Software</b>	<i>Beta</i>
<b>Procedimiento de Prueba</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir reunión con el usuario</li> <li>2. Diligenciar la lista de chequeo adjunta. En la lista de chequeo, encontrará un conjunto de items, en los cuales usted podrá indicar si se cumple o no y podrá consignar sus observaciones si lo considera pertinente.</li> <li>3. Una vez terminada la prueba, deberá remitir el resultado de ejecución al jefe del equipo de desarrollo.</li> </ol>

**Jefe del Equipo de Desarrollo:** Jorge Enrique Alvarez Ruffrán

**Entidad que Brindo Conocimientos para el Desarrollo:**


ICIP (Instituto Científico del Pacífico)



#### *Información del proyecto*

<b>Entidad/Organizador</b>	ICIP / Jorge Enrique Alvarez Ruffrán
<b>Proyecto</b>	STAIRCASES
<b>Fecha de Inicio</b>	Julio 2016
<b>Dirigido a:</b>	Universidad Privada de Tacna
<b>Patrocinador principal:</b>	Universidad Privada de Tacna
<b>Líder de proyecto</b>	Jorge Alvarez Ruffrán



 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>Nombre del Proyecto: <b>“DISEÑO Y PROGRAMACION DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO”</b></p>
--	---

4. *¿Los Documentación de Apoyo que acompañan a nuestro software son?*

- Muy útil
- Útil hasta cierto punto
- Normal
- Inútil
- Totalmente inútil

5. *¿Con que frecuencia “se cuelga” o “se bloquea” nuestro software?*

- Bastante frecuente
- A veces
- Casi Nunca
- No pasó durante la evaluación.

6. *¿Cómo está usted satisfecho con el rendimiento de nuestro software?*

- Muy satisfecho
- Satisfecho
- Normal
- Insatisfecho.
- Terriblemente insatisfecho

7. *¿Recomendaría nuestro software a los demás?*

- Definitivamente sí
- Probablemente sí
- No lo sé
- Probablemente no
- Seguramente no

8. *¿El personal que brindó apoyo en la Evaluación del Software le resultó?*

- De gran ayuda
- Útil
- Cumple su propósito
- No brindo ayuda
- Dificulto la Evaluación

9. *¿Cómo podemos mejorar nuestro software?*

---



---



---



---



---




---



---

Prueba Ejecutada por:	Firma	Fecha

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p><i>Nombre del Proyecto:</i> <b>“DISEÑO Y PROGRAMACION DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO”</b></p>
--	--

**10. Observaciones que desee hacer notar durante la ejecución del Software:**

---



---



---



---



---

**Información del Personal que Brinda Apoyo en la Evaluación:**


<b>Nombre Completo:</b>	
<b>Cargo en el Proyecto:</b>	

**Información del Evaluador:**

<b>Nombre Completo:</b>	
<b>Profesión:</b>	
<b>Especialidad:</b>	

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL EVALUADOR

**ANEXO N°03****Documento Base sobre los pasos de Instalación del Software**

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	Nombre del Proyecto: <b>"DISEÑO Y PROGRAMACION DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO"</b>
---	---

**GUIA DE INSTALACION DEL SOFTWARE**

<b>Versión del Software</b>	StairCases 2.3
<b>Fase de Desarrollo del Software</b>	Beta
<b>Procedimiento de Instalación</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Siga los pasos que brinda esta guía para la Instalación del Software.</li> <li>2. Si se tiene algún inconveniente durante la instalación de este comuníquese al siguiente correo <a href="mailto:tecsaco_corp@hotmail.com">tecsaco_corp@hotmail.com</a>.</li> </ol>

**INFORMACION DEL SOFTWARE**

**Jefe del Equipo de Desarrollo:** Jorge Enrique Alvarez Ruffrán


**Entidad que Brinda Conocimientos para el Desarrollo:**

ICIP (Instituto Científico del Pacífico)

**Información del proyecto**

<b>Entidad/Organizador</b>	ICIP / Jorge Enrique Alvarez Ruffrán
<b>Proyecto</b>	STAIRCASES
<b>Fecha de Inicio</b>	Julio 2016
<b>Dirigido a:</b>	Universidad Privada de Tacna
<b>Patrocinador principal:</b>	Universidad Privada de Tacna
<b>Líder de proyecto</b>	Jorge Alvarez Ruffrán



 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	Nombre del Proyecto: <b>“DISEÑO Y PROGRAMACION DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO”</b>
---	---

### PASOS PARA LA INSTALACION

Si en Pc tiene instalado MatLab o su aplicación para poder leer sus archivos (package Matlab), sírvase a ir directamente a la Carpeta, **for\_testing** --> **StairCases**.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
for_redistribution	20/09/2017 1:26 a. ...	Carpeta de archivos	
for redistribution files only	20/09/2017 1:25 a. ...	Carpeta de archivos	
for_testing	20/09/2017 1:25 a. ...	Carpeta de archivos	
PackagingLog	20/09/2017 1:26 a. ...	Documento de tex...	5 KB

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
mccExcludedFiles	20/09/2017 1:25 a. ...	Documento de tex...	2 KB
readme	20/09/2017 1:25 a. ...	Documento de tex...	2 KB
requiredMCRProducts	20/09/2017 1:25 a. ...	Documento de tex...	1 KB
splash	15/09/2017 1:41 p. ...	Archivo PNG	339 KB
StairCases	20/09/2017 1:25 a. ...	Aplicación	3,003 KB

En caso de no tener el Programa o Aplicativo antes mencionado, sírvase a ir directamente a la Carpeta, **for\_redistribution**--> **MyApplnStaller\_mcr**. Ejecute la Aplicación como Administrador


Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
for_redistribution	20/09/2017 1:26 a. ...	Carpeta de archivos	
for_redistribution_files_only	20/09/2017 1:25 a. ...	Carpeta de archivos	
for_testing	20/09/2017 1:25 a. ...	Carpeta de archivos	
PackagingLog	20/09/2017 1:26 a. ...	Documento de tex...	5 KB

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
MyApplnStaller_mcr	20/09/2017 1:26 a. ...	Aplicación	591,858 KB
MyApplnStaller_web	20/09/2017 1:25 a. ...	Aplicación	3,841 KB

Nombre	Abrir	Tamaño
	Enable/Disable Digital Signature Icons	
MyApplnStaller_m	Ejecutar como administrador	91,858 KB
MyApplnStaller_we	Solucionar problemas de compatibilidad	3,841 KB
	Anclar a Inicio	

 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>Nombre del Proyecto: <b>"DISEÑO Y PROGRAMACION DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO"</b></p>
--	---


A partir de aquí le brindaremos a través de imágenes lo que debe seguir para realizar la correcta Instalación.

*Se instalaran unos automáticamente unos aplicativos en caso de que su Pc no los tenga.*

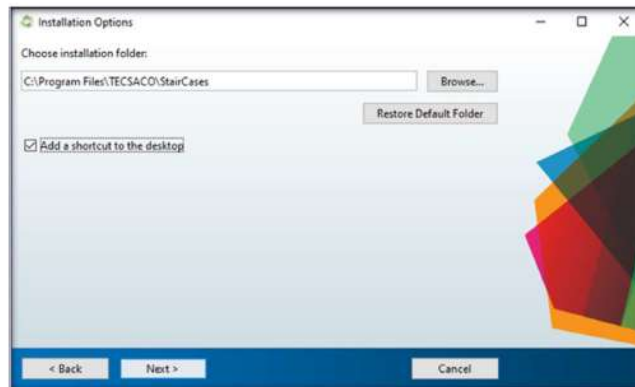


*Una vez le salga la ventana Principal de clic en Next.*

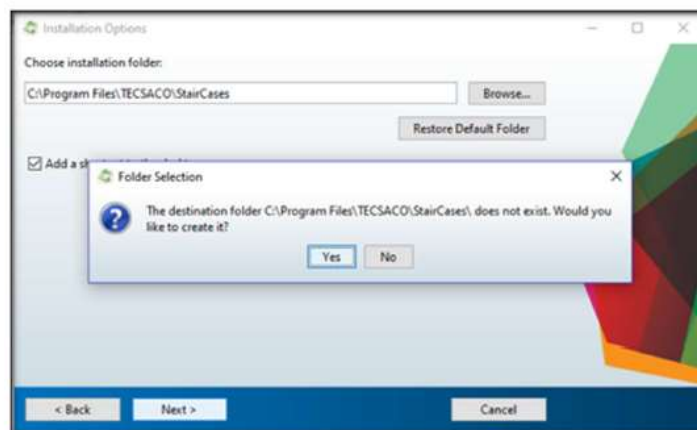



 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>Nombre del Proyecto: "DISEÑO Y PROGRAMACION DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO"</p>
--	--

*Elija la Carpeta donde Estará Instalado el Programa. De visto en Add a shortcut to the desktop si desea un programa en su Escritorio.*

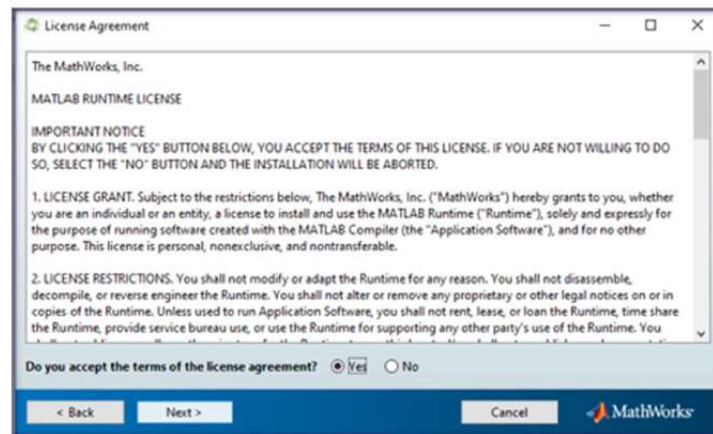


*Si no tiene la Carpeta Creada en su Pc le saldrá el sgte mensaje de clic en Yes para Proseguir con la Instalación.*

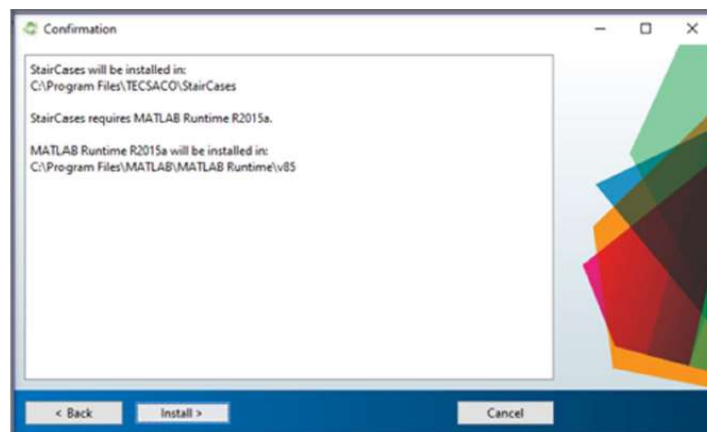


 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p><b>Nombre del Proyecto:</b> "DISEÑO Y PROGRAMACION DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO"</p>
--	---

*De clic en Yes para aceptar los Términos y Condiciones de Licencia, una vez hecho de clic en Next para proseguir con la Instalación.*

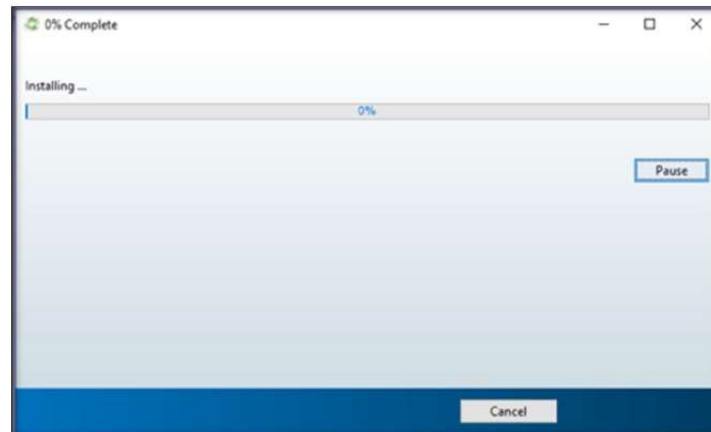


*De clic en Install para empezar la Instalación.*

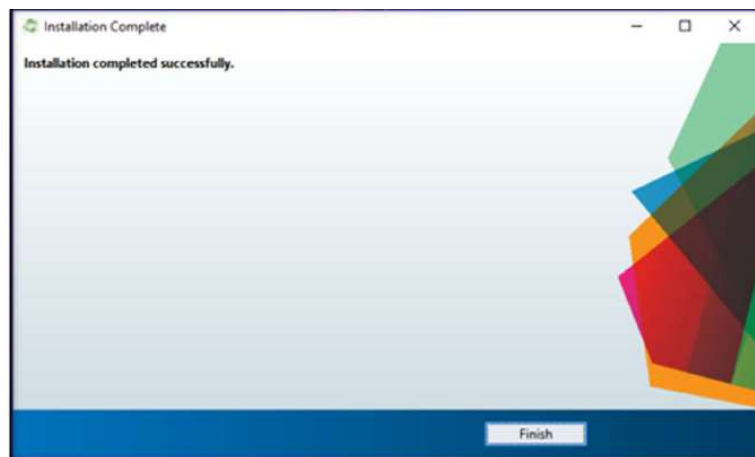



 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>Nombre del Proyecto: <b>“DISEÑO Y PROGRAMACION DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO”</b></p>
--	---

**Empezara la Instalación, este proceso tardara entre 3 a 15 minutos dependiendo de la funcionalidad de su Pc**



**Una vez concluida la Instalación de en Finish.**



 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	Nombre del Proyecto: <b>"DISEÑO Y PROGRAMACION DE UN SOFTWARE APLICATIVO SOBRE SISTEMAS DE ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO"</b>
---	---

*Ingrese a la Aplicación en Su escritorio si le dio visto al mensaje mencionado antes o ingrese a la carpeta donde instalo el Software e ingrese a la Aplicación.*



*Le saldrá la Pantalla de Carga de la Aplicación, Tomara un tiempo precargar las funciones y empezar la Aplicación. Este proceso demorara entre 15 seg a 2 min dependiendo de la funcionalidad de su Pc. Se tiene que mencionar que la primera vez que ingrese tomara un tiempo mayor.*



*Una vez se cargó el Programa le pedirán el nombre de Usuario y Contraseña el cual es entregado con el software por el programador o miembro del equipo de Desarrollo.*



**ANEXO N°04**  
Manual de Uso del Software.



**Manual de Uso**  
**StairCases® 2017**  
**Software de Diseño para Sistemas de Escaleras**  
**de Concreto Armado**

Desarrollado en Perú  
del 2017

Noviembre

## StairCases 2017

### Versión Educativa 2.3

El usuario es libre de usar esta versión educativa del manual de uso. Sin embargo ni el autor, ni cualquier entidad o miembro relacionado son responsables de cualquier uso o mal uso del manual o sus resultados.

Los mencionados no asumen ninguna responsabilidad o conflicto ante cualquier persona o empresa por los daños indirectos o directos resultantes del uso de cualquier información o el uso del software entregado conjunto a este manual.

El usuario es responsable de todas y cada una de las conclusiones dadas en el manual. Por lo tanto no se presentan garantías del mismo.

Para más información sírvase a contactarse al siguiente correo:  
[tecsaco.corp@gmail.com](mailto:tecsaco.corp@gmail.com)



---

## Contenido

---

### Manual de Uso:

#### 1. Descripción del Programa

Objetivo	1-1
Esto es StairCases	1-1
Procesos Básicos	1-2
Contáctanos	1-2

#### 2. StairCases “Usuario”

Objetivo	2-1
Ingreso al Software	2-1
Loggin/Password	2-1

#### 3. Menú Principal

Objetivo	3-1
Tipos de Escaleras	3-1
Pre Visualización	3-2
Herramientas	3-2

#### 4. Bases para el Diseño

Objetivo	4-1
Configuraciones Básicas	4-1
Pre Visualización	4-2
Resultados	4-2
Herramientas	4-2
Interfaz de Diseño	4-3

---

## Contenido

---

### **5. Asignar/Modificar Propiedades**

Objetivo	5-1
Modificar Propiedades	5-1
Modificar Resultados	5-1
Herramientas	5-2

### **6. Herramientas de Ayuda**

Objetivo	6-1
Interfaz de Ayuda	6-1
Normativa	6-1

### **7. Exportación**

Objetivo	7-1
Exportar Resultados	7-1
Exportar Grafica	7-1
Formatos de Exportación	7-2

---

# Capítulo 1

---

## Descripción del Programa

### Objetivo

Este capítulo tiene como objetivo describir el programa y dar a conocer unos conceptos básicos para su buen uso de manera que el usuario tenga claros los alcances de este software.

### Esto es StairCases

StairCases es un programa orientado al diseño de sistemas de escaleras de concreto armado con las cuales involucra al análisis y diseño de los mismos.

El programa tiene herramientas de ayuda, las cuales pueden orientar al usuario para la colocación correcta de resultados y el caso de no entender el significado de las mismas cuenta con una definición de cada uno de los términos. Los resultados cuentan con un conjunto de herramientas las cuales pueden modificar los resultados en función de la conveniencia del usuario.

Para exportar resultados StairCases cuenta con una exportación directa a Word de los resultados obtenidos para el diseño, con todos los datos bases y los resultados obtenidos del análisis, con respecto a la exportación del armado (gráfica), el software te brinda un interfaz aparte la cual tiene opciones básicas y cuenta con herramientas de guardado las cuales tienen una serie de formatos los cuales se pueden elegir a conveniencia del usuario.

Con respecto a la compatibilidad del programa es compatible con todos los sistemas Windows y tiene la posibilidad de poder abrirlo como solo una aplicación si es que el usuario cuenta con la librería básica de MatLab o en el mejor de los casos el programa instalado en su pc, para más información acerca de la Instalación sírvase a revisar el manual de Instalación. El software cuenta con herramientas para cambiarlo al inglés según el usuario lo vea conveniente.

## Procesos Básicos

A continuación se proporciona una visión general amplia de los procesos básicos del software, para más información sobre estos sírvase a ir a sus respectivos capítulos:

1. Seleccionar el tipo de sistema a trabajar.
2. Asignar propiedades.
3. Asignar cargas.
4. Definir tipo de apoyo.
5. Modificar varillas de acero para el resultado.
6. Analizar el modelo.
7. Mostrar pre-visualización de resultados.
8. Diseñar el modelo.
9. Generar documentos detallados de los resultados.
10. Exportar grafica en varios formatos.
11. Interfaz de configuración de la gráfica.
12. Interfaz de ayuda para la asignación de datos.
13. Modificar el idioma de español a Ingles y viceversa.

## Contáctanos

Para mayor Información acerca del software o comunicación por otras razones sírvase a enviar un mensaje al siguiente correo:  
[tecsaco.corp@gmail.com](mailto:tecsaco.corp@gmail.com)

---

## Capítulo 2

---

### StairCases “Usuario”

#### Objetivo

Este capítulo tiene como objetivo brindar información y aclarar preguntas comunes con respecto al usuario y contraseña necesarios para ingresar al software.

#### Ingreso al Software

Al ingresar al programa se mostrara al comienzo una pantalla de carga, la cual cargara la configuración básica del software, seguida de esta se brindara una interfaz de ingreso al software teniendo que ingresar un usuario y contraseña para poder acceder a la siguiente ventana la cual es el menú principal del Software.

Con respecto a la interfaz de ingreso se tendrá que colocar un login y password los cuales el usuario debe tener en conjunto al programa, en caso de no estar registrados en el programa no se podrá ingresar al mismo mostrando un mensaje de usuario y/o password incorrectos.

#### Loggin/Password

Con respecto al login y password estos deben ser brindados por el equipo desarrollador o la persona que le brindo el programa. En caso de no poder ingresar estos sírvase a contactar al equipo desarrollador para mayor información (información de contacto en el capítulo anterior).

En el caso de ser anulada su suscripción al programa se le mostrar un mensaje error y no podrá ingresar al software, se tiene que resaltar que cada nueva actualización del software los usuarios y contraseñas se verán modificadas según conveniencia del equipo desarrollados en caso de adquirir una versión de prueba de una versión específica.

---

## Capítulo 3

---

### Menú Principal

#### Objetivo

Este capítulo tiene como objetivo explicar la configuración básica de la interfaz del menú principal para poder acceder a la respectiva interfaz de diseño deseada por el usuario.

#### Tipos de Escaleras

A continuación se proporciona una visión general amplia tipos de escaleras a los cuales se puede acceder a partir del menú principal:

1. En un tramo.
2. En dos tramos.
3. Apoyadas transversalmente.
4. Apoyadas transversalmente a viga.
5. Ortopoligonales.
6. Helicoidales.
7. Apoyada a viga central.

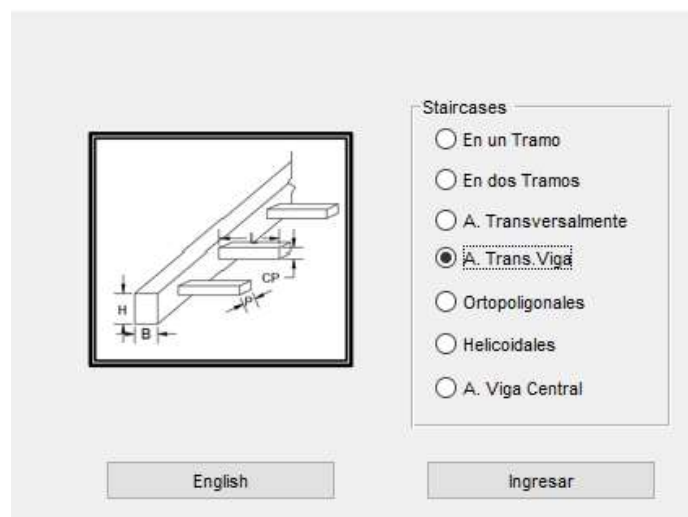
## Pre Visualización

En Medida que se va seleccionando el tipo de escalera para poder acceder al mismo, el usuario puede observar una pre-visualización del modelo geométrico de la misma, de tal manera que se puede orientar a la hora de la selección del modelo adecuado.

Una vez seleccionado el modelo adecuado el usuario tiene que dar clic en ingresar para poder acceder a la interfaz de diseño de la escalera seleccionada. Esto se puede observar en la figura 2.1

## Herramientas

El menú principal cuenta con la herramienta de cambiar todo el menú al Idioma ingles y viceversa, según el usuario vea conveniente.



**Figura 2.1 Interfaz del Menú Principal**

La figura 2.1 muestra la interfaz del menú principal con los distintos tipos de escaleras que se pueden seleccionar y la pre-visualización de los mismos.

---

## Capítulo 4

---

### Bases para el Diseño

#### Objetivo

Este capítulo tiene como objetivo informar al usuario acerca las configuraciones básicas para el diseño de los diversos tipos de sistemas de escaleras de concreto armado, se tiene que resaltar que las configuraciones para el diseño varían dependiendo el tipo de escalera que se esté diseñando por lo cual solo se tendrán en cuenta configuraciones básicas que sean principales en cualquier tipo de escalera de concreto armado.

#### Configuraciones Básicas

Las propiedades que se le pueden asignar a la escalera se encuentran en la parte izquierda de la interfaz de diseño, específicamente en la zona de configuración mostrada en la figura 4.1, estos datos se modifican de acuerdo a las propiedades que el usuario vea conveniente y se debe tener en cuenta lo que nos indica el reglamento nacional de edificaciones para su configuración.

Algunos tipos de escaleras cuenta con una configuración para las reacciones, la cual sirve para orientar el tipo de apoyo al cual está anclado la escalera y se debe modificar según vea conveniente el usuario poniendo por ejemplo en el caso de que este anclado a una placa se tendrá que modificar a un apoyo empotrado, en el cual sea continuo a una losa se tendrá un apoyo fijo, para asignar el tipo de apoyo se tiene que verificar con el modelado íntegro del edificio. En caso de no entender o no saber alguna propiedad que se debe asignar al tipo de escalera que se esté tomando existe una Interfaz de ayuda la cual presenta datos normados y significados de cada valor a colocar, esto se detallara más adelante en el capítulo Herramientas de Ayuda.



## Pre Visualización

En Medida que se va asignando Propiedades al Tipo de Escalera que se esté tratando y procesando el Diseño se mostrara una pre visualización del gráfico y Resultados obtenidos con los datos hasta el momento asignados, dicha pre visualización se verá actualizando cada vez que el usuarios procese de nuevo los resultados, los cuales se podrán medicar según el tipo de Varilla que se desee usar, lo cual se puede observar en la figura 4.1.

Una vez se tenga el Diseño final se podrá exportar la gráfica y los resultados según el formato que se vea conveniente, para mayor información ir al Capitulo Exportación.

## Resultados

Los Resultados en Cuenta al Momento, Cantidad de Acero, Reacciones entre otros, los cuales están en función de los datos asignados y tendrán diferentes premisas de acuerdo al tipo de Escalera que se esté Tratando se visualizaran en la parte central de la Interfaz de Diseño, precisamente en la zona Resultados del Diseño visualizada en la figura 4.1.

Se puede Variar la configuración del Armado en cuanto al tipo de Varilla que se desee usar, el cual para modificar se tendrá que seleccionar el tipo de varilla en específico y volver a procesar el diseño.

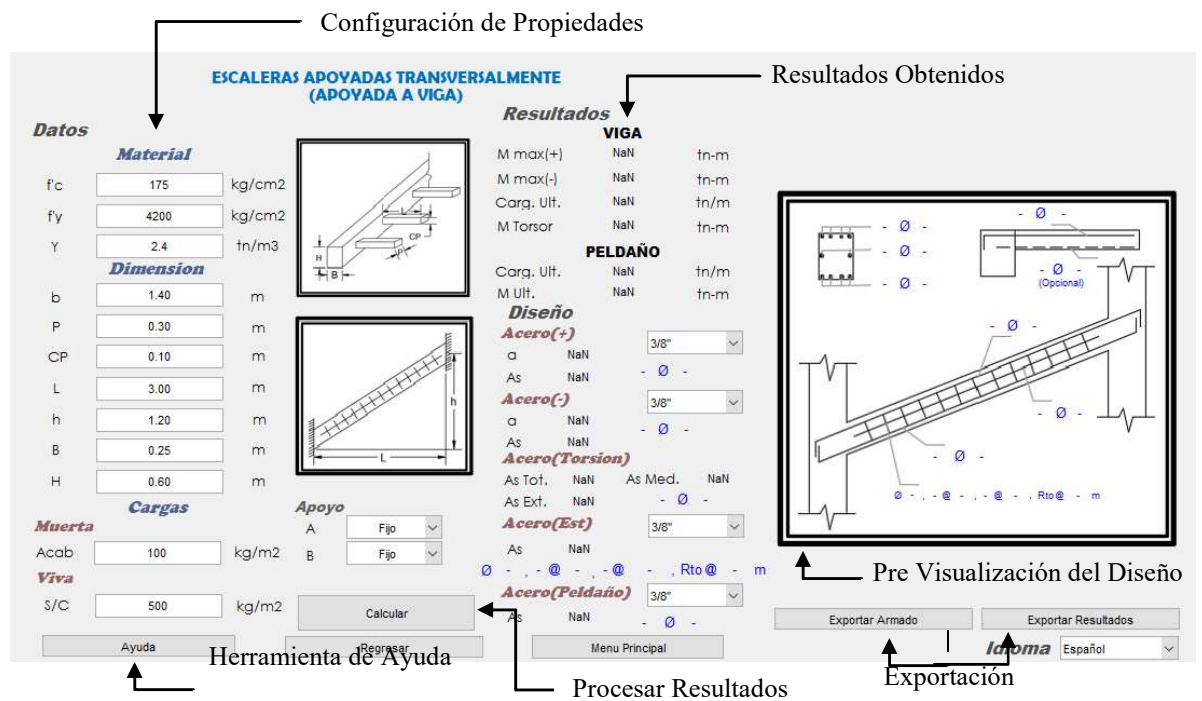
## Herramientas

La interfaz de Diseño cuenta con Herramientas para Cambiar toda la configuración al Idioma Ingles y viceversa, una Interfaz de Ayuda para los diversos Tipos de Escaleras de Concreto Armado la cual se tendrán más Detalles en el Capítulo Herramientas de Ayuda y dos Herramientas referentes a la Exportación de Resultados y Graficas las cuales se explicaran con más detalle en el Capítulo Exportación.

## Interfaz de Diseño

A continuación se procederá a mostrar una Imagen con la Interfaz completa de Diseño para una Escalera Apoyada Transversalmente a una Viga, se tiene que precisar que cada interfaz de diseño se ve modificada de acuerdo al Tipo de Escalera que se esté Diseñando modificándose lo valores que se deben asignar los resultados obtenidos ,el diseño final entre otros.

La Interfaz de Diseño mostrada a continuación está relacionada de acuerdo a la Versión del Software que se esté tratando, en el caso que no concuerda con el de su programa instalado sírvase a contactarse con el equipo desarrollador para pedir un Manual de Uso Actualizado.



**Figura 4.1 Interfaz de Diseño para Escalera Trasversal Apoyada a una Viga**

La Figura 4.1 muestra la Interfaz de diseño para una Escalera Transversal apoyada a una Viga, esta cuenta con los elementos Básicos de Configuraciones como Herramienta de Ayuda, Asignación de Propiedades, Resultados, entre otros.

---

## Capítulo 5

---

### **Asignar/Modificar Propiedades**

#### **Objetivo**

Este Capítulo tiene como objetivo informar al usuario la manera correcta de introducir las Propiedades de la Escalera y modificar los Resultados a conveniencia del Usuario.

#### **Modificar Propiedades**

Para modificar e introducir Propiedades para los diversos Tipos de Sistemas de Escaleras de Concreto Armado el usuario debe introducir los valores deseados en la parte izquierda de la Interfaz de Diseño (Configuración de Propiedades) mostrada en la Figura 4.1.

En caso de haber introducido valores negativos, dejado espacios en blanco o los valores de Diseño no sean aptos para el diseño (propiedades geométricas inadecuadas) se mostrara un ventana de error en el cual se mencionara el tipo de error al que se está haciendo mención. En el caso de obtener esta ventana sírvase a cerrarla y volver a colocar los valores adecuados para otra vez procesar los Resultados y poder obtener Resultados adecuados.

#### **Modificar Resultados**

El Software cuenta con Herramientas de Cambio de Diámetro de Varillas de Acero según el usuario vea conveniente para lo cual el usuario debe desplegar la Herramienta y elegir el tipo de Varilla a usar una vez seleccionada se debe proceder a volver a procesar los resultados mostrándose el diseño final con el tipo de Varilla Seleccionado.

## **Herramientas**

Para realizar un Correcto cambio de Propiedades se debe tener en cuenta la Normativa Vigente en el Reglamento Nacional de Edificaciones o si el caso no estar establecido en el mismo hacer uso de parámetros normados, para facilitar la introducción de Resultados el programa tiene implementado una Herramienta de Ayuda en la Cual están parámetros establecidos por la Norma o de Autores los cuales se usan para el Diseño. Para mayor información acerca de Estos ir al Capitulo Herramientas de Ayuda.

---

# Capítulo 6

---

## Herramientas de Ayuda

### Objetivo

Este Capítulo tiene como objetivo informar al Usuario acerca de la Interfaz de Ayuda anexada a cada tipo de Escalera que se está Diseñando.

### Interfaz de Ayuda

La herramienta de ayuda está Integrada a cada tipo de escalera con diferentes valores que se muestran en la parte inferior izquierda mostrada en la figura 4.1.

Esta interfaz muestra valores básicos referentes a la longitud de Paso y Contrapaso, Ancho Escalón, Cargas Asignadas y la definición de cada tipo de Valor asignado como valores Básicos. También se tienen valores específicos los cuales se dan en tipos de Escaleras especiales como son el caso de la Escalera Helicoidal el cual muestra longitudes de Radio de Giro entre otros. Se tiene que Resaltar que esta Interfaz de Ayuda esta tanto en español como en Ingles.

### Normativa

Para la introducción de datos mostrados en la Interfaz de ayuda se tomó la Normativa:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- Reglamento Nacional de Construcciones (RNC).

Para otros Datos los cuales son Escaleras Especiales, los cuales no aparecen los Reglamentos antes mencionados se tomó en cuenta los parámetros establecidos por autores los cuales han estudiados estos Tipos de Escaleras, dados por ejemplo el Caso de la Escalera Helicoidal bajo el Método de Bergmann, los cuales obedecen al tipo de análisis y Diseño elegido por el equipo Desarrollador, para más información acerca de estos, sírvase a contactar con el equipo desarrollador.

---

## Capítulo 7

---

### **Exportación**

#### **Objetivo**

Este capítulo tiene como objetivo informar al usuario acerca de las herramientas de exportación así como los formatos para exportar con los que cuenta el software.

#### **Exportar Resultados**

El software tiene incluida una herramienta denominada "exportar resultados" la cual se aprecia en la figura 4.1, dicha herramienta exporta todos los resultados del diseño seleccionado ya sea momentos, reacciones, cantidad de acero, armado y las propiedades introducidas por el usuario de la escalera y cuenta con formatos específicos para guardar los resultados, se tiene que resaltar que se tendrá que procesar los datos para conseguir exportar correctamente los resultados.

#### **Exportar Grafica**

El programa tiene una herramienta de exportar armado incorporado en la parte inferior derecho de la interfaz de diseño mostrado en la figura 4.1 con el cual se abrirá una interfaz de exportación para el armado con herramientas básicas y la cual incluye guardar el armado en distintos formatos según el usuario vea conveniente.

## Formatos de Exportación

En cuanto a la exportación de resultados viene con un formato pre-establecido el cual es Word.

Para la exportación del armado tiene distintos formatos a escoger los cuales son:

- MATLAB Figure (\*.fig)
- Bitmap file (\*.bmp)
- EPS file (\*.eps)
- Enhanced metafile (\*.emf)
- JPEG image (\*.jpg)
- Paintbrush 24-bit file (\*.pcx)
- Portable Bitmap file (\*.pbm)
- Portable Document Format (\*.pdf)
- Portable Graymap file (\*.pgm)
- Portable Network Graphics file (\*.png)
- Portable Pixmap file (\*.ppm)
- Scalable Vector Graphics file (\*.svg)
- TIFF image (\*.tif)
- TIFF no compression image (\*.tif)

## ANEXO N°04

### Diseño de Escaleras

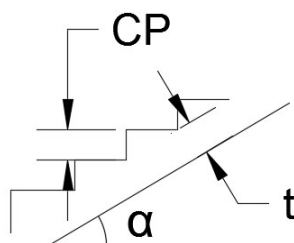
## DISEÑO DE ESCALERA HELICOIDAL (METODO DE BERGMAN)

### Datos:

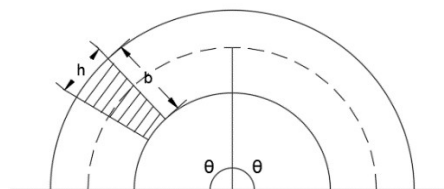
Material		
f'c	175	kg/cm <sup>2</sup>
f'y	4200	kg/cm <sup>2</sup>
γ	2.4	kg/cm <sup>2</sup>
Dimensiones		
2θ	180	°
b	1.2	m
CP	0.16	m
t	0.22	m
R	2	m
h	3	m
α	30	°
Loads		
<i>Dead</i>		
Acab	100	kg/m <sup>2</sup>
<i>Live</i>		
S/C	350	kg/m <sup>2</sup>

### MODELOS GRAFICOS

#### MODELO GEOMETRICO



#### MODELO MATEMATICO



### METRADO DE CARGAS

#### Carga Muerta

$$W(\text{Peso Propio}) = 2.4 * \left( \frac{0.22}{\cos 30} \right) + \frac{0.16}{2} = 0.802 \text{ Tn/m}^2$$

$$W(\text{Acabados}) = 0.1 * (1.0) = 0.100 \text{ Tn/m}^2$$

#### Carga Viva

$$\text{SobreCarga(S/C)} = 0.35(1.0)$$

$$WD = 0.902 \text{ Tn/m}^2 \quad \text{*Calculo de la Carga Muerta a Partir de las Cargas antes Mostradas.}$$

$$WL = 0.350 \text{ Tn/m}^2 \quad \text{*Calculo de la Carga Viva a Partir de las Cargas antes Mostradas.}$$

$$Wu = 1.4WD + 1.7WL$$

$$WU = 1.857 \text{ Tn/m}^2 \quad \text{*Calculo de la Carga Ultima a partir de la Carga Muerta y Carga Viva mostrada antes.}$$

$$Wu = Wu * b$$

$$WU = 2.229 \text{ Tn/m} \quad \text{*Multiplicacion de la Base de la Carga Ultima por la Base de la Escalera para trabajar con las unidades tn/m en el diseño}$$

### FACTOR K

$$b/h = 5.455$$

$$k = 0.673$$

\*Relacion entre la Base y la Altura

\*Factor k producto de la Tabla de Bergmann y en Funcion de la Relacion de b/h

$$U = \frac{2(K+1)\text{sen}\theta - 2K\text{cos}\theta}{(K+1)\theta - (K-1)\text{sen}\theta\text{cos}\theta}$$

$$U = 1.2731$$

$$U = \frac{2(0.673+1) * 1 - 2 * 0.673 * 0}{(0.673+1) \left( \frac{90}{57.3} \right) - (0.673-1) * 1 * 0}$$

\*Factor U necesario para el calculo de Momento de Flexion y en Funcion del radio de Giro y factor k.



**MOMENTO DE FLEXION**Para  $\alpha=0^\circ$ 

$$M_o = WR^2(U - 1)$$

$$M_c = 2.229 * 2^2 * (1.273 - 1)$$

$$M_c = 2.435 \text{ Tn-m}$$

\*Momento de Flexion en la Base de la Escalera. (Radio de Giro=0°)

Punto de Inflexion

$$M_A = WR^2(U \cos \alpha - 1)$$

$$0 = 2.229 * 2^2 * (1.273 \cos \alpha - 1)$$

$$0 = (1.273 \cos \alpha - 1)$$

$$\alpha = 38.229^\circ$$

\*Punto de Flexion en la Escalera. En funcion , punto en donde el Momento se hace 0 a lo largo de la Escalera.

Calculo de As

$$d = 22 - 2.5$$

$$d = 19.500 \text{ cm}$$

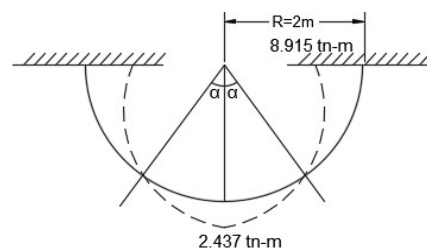
$$M(-) = 8.915 \text{ tn} \cdot \text{m} \quad a(-) = 3.091 \text{ cm} \quad A_s(-) = 13.136 \text{ cm}^2$$

$$M(+) = 2.437 \text{ tn} \cdot \text{m} \quad a(+) = 0.793 \text{ cm} \quad A_s(+) = 3.372 \text{ cm}^2$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - 2 * \frac{Mu}{\phi * 0.85 * f'c * b}}$$

$$A_s = \frac{Mu}{\phi * f_y * (d - \frac{a}{2})}$$

\*Calculo del Acero en funcion del Momento Longitudinal Positivo (en la Mitad de la Escalera) y Negativo (al comienzo de la Escalera) antes Calculados.

**MOMENTO DE TORSION**Para  $\alpha=90^\circ$ 

$$T_A = WR^2(U \sin \alpha - \alpha^*)$$

$$M_t = 2.229 * 2^2 * (1.273 \sin 90 - (\frac{90}{57.3}))$$

$$M_t = -2.654 \text{ Tn-m}$$

\*Calculo del Momento Torsor a Partir de la Carga y el punto de Inflexion antes calculado.

**Punto de Inflexion**

$$0 = 2.229 * 2^2 * (1.273 \operatorname{sen} \alpha - \alpha^*)$$

$$0 = 1.273 \operatorname{sen} \alpha - \alpha^*$$

$$\frac{1}{1.273} = \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\alpha^*}$$

$$\frac{1}{1.273} = 1 - \frac{(\alpha^*)^2}{3!}$$

$$\alpha^* = \sqrt{6 \left(1 - \frac{1}{1.273}\right)}$$

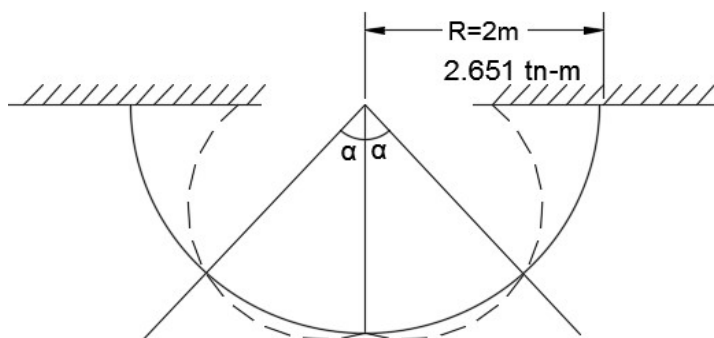
$$\alpha^* = 1.134 \text{ rad}$$

$$\alpha^* = 65.00^\circ$$

$$\operatorname{sen} \alpha = \alpha^* - \frac{(\alpha^*)^3}{3!} + \frac{(\alpha^*)^5}{5!} - \frac{(\alpha^*)^7}{7!}$$

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha}{\alpha^*} = 1 - \frac{(\alpha^*)^2}{3!}$$

*\*Calculo del Nuevo Punto de Inflexion en Función del Momento Torsor antes calculado. El calculo del Seno se hizo en Funcion de Ecuaciones que sean compatibles en la Digitacion Cimpucional.*

**CORTE EN EL APOYO**

$$V = W r \alpha^* \quad v = 2.229 * 2 * \left(\frac{90}{57.3}\right) \quad v = 7.001 \text{ Tn}$$

*\*Calculo de la Cortante en el Apoyo en Función de la Carga, el Radio de Giro y el angulo, el cual sera 90 al querer calcularse en el Inicio del Tramo de la Escalera.*

**DISEÑO POR CORTE Y TORSION**

$$M_{tu} \quad * \cos(\alpha) \quad M_{tu} = 2.651 * \cos(30) \quad M_{tu} = 2.299 \text{ Tn-m}$$

$$V_u \quad V * \cos(\alpha) \quad V_u = 7.001 * \cos(\alpha) \quad V_u = 6.064 \text{ Tn}$$

*\*Calculo de la Cortante y Moment Torsionante en funcion al angulo de Inclonacion de la Escalera y el momento torsor/Cortante antes calculados.*

**ESFUERZO TORSOR Y ESFUERZO DE CORTE**

$$\tau_u = \frac{3Mt}{\phi \Sigma x^2 y} \quad \tau_u = \frac{3 * 2.296 * 10^5}{0.85 * 22^2 * 120} \quad \text{*Calculo del Esfuerzo Torsor Ultimo para la Escalera en Funcion del Momento torsor el espesor y la Longitud de la Base de la Escalera.}$$

$$\tau_u = 13.970 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{min} = 0.398 \sqrt{f'c} \quad \tau_{min} = 5.265 \text{ kg/cm}^2$$

*\*Esfuerzo Torsor Minimo que puede tener la Escalera. Formula en la cual solo interviene la Resistencia a la Compracion del Concreto y dada por el Metodo de Bergmann.*

$$\tau_{max} = \frac{3.18 \sqrt{f'c}}{\sqrt{1 + (1.2 \frac{v_u}{\tau_u})}} \quad \tau_{max} = \frac{3.18 * \sqrt{210}}{\sqrt{1 + (1.2 * (\frac{3.049}{13.951}))}} \quad \tau_{max} = 37.449 \text{ kg/cm}^2$$

*\*Esfuerzo Torsor Maximo que puede Generar la Escalera, en Funcion de la Resistencia a la Compresion , el Esfuerzo torsor Ultimo y la Cortante Ultima.*

$$v_u = \frac{Vu}{bd} \quad v_u = \frac{6064}{0.85 * 120 * 19.5} \quad v_u = 3.049 \text{ kg/cm}^2$$

*\*Resistencia Ultima al Corte en Funcion de la Cortante Ultima antes Calculada.*

$$\tau_c = 0.2 * \tau_{max} \quad \tau_c = 0.2 * 37.444 \quad \tau_c = 7.490 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_c < \tau_u \quad \text{Necesita armadura por torsion}$$

*\*Verificacion si es Necesaria Armadura por Efectos de Torsion en funcion del Esfuerzo Cortante Maximo que puede Soportar la Estructura solo bajo efectos del Concreto.*

**DISEÑO POR CORTE Y TORSION**

$$M\tau_u = M_s + M\tau_c$$

$$M\tau_c = \phi \tau_c * \frac{\Sigma x^2 y}{3} \quad M\tau_c = 0.85 * 7.49 * \frac{22^2 * 120}{3} \quad M\tau_c = 1.233 \text{ Tn-m}$$

*\*Momento Torsor que General el Concreto en funcion del Esfuerzo Torsor el espesor y el Ancho de la Escalera.*

$$M\tau_s = M\tau_u - M\tau_c \quad M\tau_s = 2.299 - 1.233 \quad M\tau_s = 1.066 \text{ Tn-m}$$

*\*Momento excedente el cual sera no soporta el Concreto, este sera trabajado para el Calculo de Acero Necesario para el Refuerzo.*

$$\frac{A_o}{S} = \frac{M\tau_s}{\phi Rxyfy^*} \quad \frac{A_o}{S} = \frac{1.067 \times 10^5}{0.85 * 1.5 * 112 * 17 * 4200}$$

$$\frac{A_o}{S} = 0.0105 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

*\*Acero Necesario para Soportar el Momento Excedente.*

$$R = 0.66 + 0.33\left(\frac{Y_1}{X_1}\right) \leq 1.5 \quad R = 0.66 + 0.33\left(\frac{112}{17}\right) \leq 1.5$$

$$R = 2.834 \text{ Tn-m}$$

*\*Calculo del Coeficiente que varia la cantidad de Acero Necesario y se usa en la formula para calcular la Cantidad del Acero. En este caso se usara el valor de 1.5 al ser mayor a este.*

$$Y_1 = 120 - 2(4) = 112$$

$$X_1 = 22 - 2(2.5) = 17$$

*\*Longitudes del Acero restandole el Recubrimiento Necesario.*

$$V_s = V_U - V_C \quad V_s = 6.064 - 6.352 \quad V_s = -0.289 \text{ Tn}$$

*\*No es Necesario un Refuerzo por Cortante ya que el Concreto es suficiente para soportar dicha Carga.*

$$V_c = \phi v_c b d \quad V_c = 0.85 * 3.194 * 120 * 19.5 \quad V_c = 6.353 \text{ Tn}$$

$$v_c = \frac{0.53\sqrt{f'c}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\tau_u}{1.2v_u}\right)}} \quad v_c = \frac{0.53 * \sqrt{175}}{\sqrt{1 + \left(\frac{13.974}{1.2 * 3.049}\right)}} \quad v_c = 3.194$$

*\*Calculo de la Cortante que soporta el Concreto, para lo cual fue necesario calcular el esfuerzo que genero el mismo, el cual se visualiza en la ecuacion debajo de esta.*

### ESTRIBAJE

$$2\frac{A_o}{S} + \frac{A_v}{S} = 2(0.01) + 0 \quad 2\frac{A_o}{S} + \frac{A_v}{S} = 0.021 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

*\*Refuerzo de Acero que sera Necesario en el Estribaje de la Escalera, el cual esta en funcion de las Cantidades de Acero por Corte y Torsion antes Calculadas, al no ser necesario refuerzo de Acero por Corte se pondra un valor de 0 en este.*

**Estribaje Minimo**

$$3.52 * \left(\frac{b}{fy}\right) = 3.52 \left(\frac{120}{4200}\right) = 0.101 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

\*Refuerzo por Estribaje minimo que debe Tener la Escalera, en este caso este supera al Estribaje Necesario que soporta la Escalera ,por lo cual se tomara el Minimo.

$$s = \frac{2(1.29)}{0.10} = 25.653 \text{ cm} \quad s=25 \text{ cm} \quad \text{Ø1/2" @25cm}$$

\*Calculo de la Separacion del Acero para el Estribaje en este ejemplo de Escalera Helicoidal.

**CALCULO DE ACERO LONGITUDINAL**

$$A_s = \left[ \frac{28.12x}{fy} \left( \frac{\tau_u}{\tau_u + v_u} \right) - 2 \frac{A_o}{s} \right] (x_1 + y_1)$$

$$A_s = \left[ \frac{28.12 * 22}{4200} \left( \frac{13.974}{13.974 + 3.049} \right) - 2 * 0.01 \right] (112 + 17)$$

$$A_s = 12.899 \text{ cm}^2$$

\*Acero Longitudinal necesario solo bajo efector de Torsion, el cual se le dio un valor de Cantidad de Acero Minimo como se menciono anteriormente.

$$12.899 \text{ cm}^2 > 13.136 \text{ cm}^2$$

\*Se usara el Acero Longitudinal necesario solo por los Efectos de Flexion.

$$A_1 = 2 \frac{A_o}{s} (x_1 + y_1)$$

$$A_1 = 2 * 0.01 (112 + 17)$$

$$A_1 = 2.698 \text{ cm}^2$$

\*Area de refuerzo necesaria para soportar los efectos de flexion/torsion generados por la escalera.

**ACERO TOTAL NEGATIVO**

$$A_{smin} = 0.0018 * b * t \quad A_{smin} = 0.0018 * 120 * 22 \quad A_{smin} = 4.752 \text{ cm}^2$$

\*Refuerzo de Acero negativo Minimo Necesario para la Escalera.

$$A_{s(total)} = A_s + \frac{A_1}{2} \quad A_{s(total)} = 13.136 + \frac{2.70}{2}$$

$$A_{s(total)} = 14.485 \text{ cm}^2 \quad \text{Ø5/8" = 1.84 cm}^2$$

\*Refuerzo de Acero Negativo Total necesaria para la Escalera.

**AXERO TOTAL POSITIVO**

$$A_{Smin} = 0.0018 * b * t \quad A_{Smin} = 0.0018 * 120 * 22 \quad A_{Smin} = 4.752 \text{ cm}^2$$

*\*Refuerzo de Acero Positivo Minimo Necesario para la Escalera.*

$$A_{S(total)} = \frac{A_1}{2}$$

$$A_{S(total)} = \frac{2.70}{2}$$

**Se Usara el Acero Minimo**

$$A_{S(total)} = 1.349 \text{ cm}^2$$

$$7\phi 3/8" = 4.97 \text{ cm}^2$$

*\*Refuerzo de Acero Positivo Total necesaria para la Escalera.*

**Calculo de Longitud de confinamiento(Ld)**

$$Ld = 12db$$

$$Ld = 12 \left( \frac{5}{8} \right) * 2.51$$

$$Ld = 18.825 \text{ cm}$$

*\*Primer Caso de Longitud de Confinamiento Aplicada en el Refuerzo del Acero.*

$$Ld \geq 0.00569 dbfy$$

$$Ld \geq 0.00569 \left( \frac{5}{8} \right) * 2.51 * 4200$$

$$Ld \geq 37.490 \text{ cm}$$

*\*Longitud de Confinamiento Minima para la Escalera.*

$$Ld = (f1)(f2)(f3)Ld$$

$$Ld = (1.4)(1)(0.8)37.5$$

$$Ld = 41.989 \text{ cm}$$

$$Ld = 42 \text{ cm}$$

*\*Longitud de Confinamiento Final Aplicada en el Refuerzo del Acero*

$$f1 = \text{Refuerzo Cara Superior} = 1.4$$

$$f2 = 1 \quad fy = 4200$$

$$f3 = 0.8 \text{ Cuando las varillas estan separadas mas de 15 cm}$$

*\*Coeficientes para Necesarios para la Formula de Longitud de Confinamiento.*

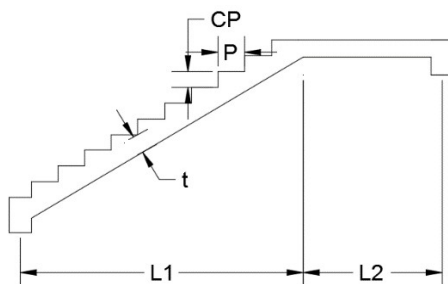
## DISEÑO DE ESCALERA APOYADA LONGITUDINALMENTE (DOS TRAMOS)

### Datos:

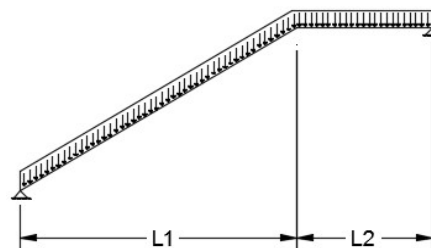
Material		
f'c	210	kg/cm <sup>2</sup>
f'y	4200	kg/cm <sup>2</sup>
γ	2.4	tn/m <sup>3</sup>
Dimensiones		
b	1	m
P	0.25	m
CP	0.17	m
t	0.15	m
L1	2	m
L2	1.3	m
Loads		
<i>Dead</i>		
Acab	100	kg/m <sup>2</sup>
<i>Live</i>		
S/C	400	kg/m <sup>2</sup>

### MODELOS GRAFICOS

#### MODELO GEOMETRICO



#### MODELO MATEMATICO



### METRADO DE CARGAS

#### Carga Muerta

$$W(\text{Peso Propio}) = 2.4 * (0.15) * (1.0) \quad 0.360 \text{ Tn/m}$$

$$W(\text{Acabados}) = 0.1 * (1.0) \quad 0.100 \text{ Tn/m}$$

$$W(\text{Paso}) = \frac{0.17}{2} * 2.4 * \cos(\alpha) * 1.0 \quad 0.169 \text{ Tn/m}$$

$$\alpha = \text{ata} \left( \frac{17}{25} \right)$$

#### Carga Viva

$$\text{SobreCarga(S/C)} = 0.4(1.0) \quad 0.400 \text{ Tn/m}$$

$$WD1 = 0.611 \text{ Tn/m} \quad \text{*Carga Aplicada en el Primer Tramo de la Escalera.}$$

$$WD2 = 0.460 \text{ Tn/m} \quad \text{*Carga Aplicada en el Segundo Tramo(Descanso).}$$

$$WL = 0.400 \text{ Tn/m} \quad \text{*Carga Viva Soportada en toda la Longitud de la Escalera}$$

### Cargas Ultimas

#### Tramo 1

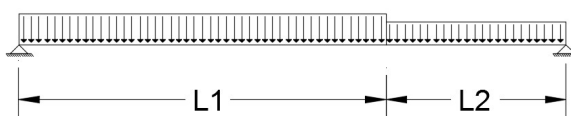
$$Wu1 = 1.4 \left( \frac{WD1}{\cos(\alpha)} \right) + 1.7WL \quad \text{*Carga Ultima Aplicada al Primer Tramo de la Escalera. Desde el Punto de Inicio hasta el Comienzo del Descanso. La aplicación del angulo es para poder analizar las Cargas como una Viga en un Solo eje.}$$

$$Wu1 = 1.715 \text{ Tn/m}$$

#### Tramo 2

$$Wu2 = 1.4WD2 + 1.7WL \quad \text{*Carga Ultima Aplicada al Segundo Tramos de la Escalera(Descanso) desde el comienzo hasta el Final del mismo.}$$

$$Wu2 = 1.324 \text{ Tn/m}$$



**Reacciones****Reaccion en A**

$$Ra = \frac{1.324 * 1.3 * \left(\frac{1.3}{2}\right) + 1.715 * 2 * \left(1.3 + \frac{2}{2}\right)}{(2 + 1.3)}$$

$$Ra = 2.730 \text{ Tn}$$

**Reaccion en B**

$$Rb = 1.715 * 2 + 1.3 * 1.325 - 2.730$$

$$Rb = 2.422 \text{ Tn}$$

\*Reacciones Calculadas en el Inicio de la Esclera y Final del Descanso.

**Momento****Momento Maximo**

$$Vx = Ra - Wu1 * x$$

$$0 = 2.730 - 1.715 * x$$

$$x = 1.592 \text{ m}$$

$$Mmax = Ra * x - Wu1 * \left(\frac{x^2}{2}\right)$$

$$Mmax = 2.73 * 1.592 - 1.715 * \left(\frac{1.592^2}{2}\right)$$

$$Mmax = 2.172 \text{ Tn-m}$$

\*Calculo del Momento Maximo en funcion del pnto donde la Cortante se hace 0.

**Diseño de Acero Longitudinal****Calculo de "a"**

$$a = d - \sqrt{d^2 - 2 * \frac{Mu}{\phi * 0.85 * f'c * b}}$$

$$a = 12.525 - \sqrt{12.525^2 - 2 * \frac{2.175 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 210 * 100}}$$

$$a = 1.131 \text{ cm}$$

$$d = t - \left(2 + \frac{\text{DiamAcero}}{2}\right)$$

$$d = 15 - \left(2 + \frac{0.95}{2}\right)$$

$$d = 12.525 \text{ cm}$$

\*Calculo de a(longitud del rectángulo de Whitney) en Funcion del momento Maximo y la Distancia del Borde Superios de la Escalera al Acero.

**Calculo de "As+"**

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$As(+)= \frac{2.175 * 10^5}{0.9 * 4200 * \left(12.525 - \frac{1.131}{2}\right)}$$

$$As(+)= 4.805 \text{ cm}^2$$

$$Asmin = 0.0018 * b * h$$

$$Asmin = 0.0018 * 100 * 15$$

$$Asmin = 2.700 \text{ cm}^2$$

\*Calculo del Acero Longitudinal que puede Soportar los Momentos Positivos y Acero Minimo que puede tener la Escalera.

$$Asmax = 0.75 * 0.85 * \beta * \left(\frac{\epsilon c}{(\epsilon c + \epsilon y)}\right) * \left(\frac{fc}{fy}\right) * b * d$$

$$Asmax = 19.962 \text{ cm}^2$$

\*Cantidad de Acero Maximo para la Seccion que tiene la Escalera.



**Separacion de "As+"**

$$S = \frac{A_{acero}}{A_s} * b \quad S = \frac{0.71}{4.805} * 100 \quad S = 14.775 \text{ cm}$$

*\*Separacion de Acero Positivo para la Escalera.*

**Calculo de "As-"**

$$A_{smin} = 0.0018 * b * h \quad A_{smin} = 0.0018 * 100 * 15 \quad A_{smin} = 2.700 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(-)} = \frac{A_{s(+)}}{3} \quad A_{s(-)} = \frac{A_{s(+)}}{3} \quad A_{s(-)} = 1.602 \text{ cm}^2$$

*\*Calculo del Acero Negativo y el Acero Mínimo para la Escalera.*

**Separacion de "As-"**

$$S = \frac{A_{acero}}{A_s} * b \quad S = \frac{0.71}{2.7} * 100 \quad S = 26.296 \text{ cm}$$

*\*Separacion para el Acero Negativo.*

**Diseno de Acero por Temperatura****Calculo de "Astemp"**

$$A_{smin} = 0.0018 * 100 * h \quad A_{smin} = 0.0018 * 100 * 15$$

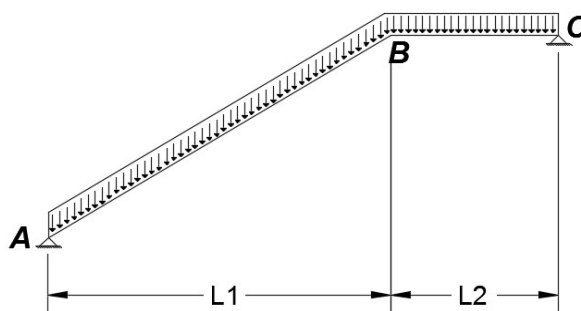
$$A_{smin} = 2.700 \text{ cm}^2$$

*\*Calculo del Acero por Temperatura.*

**Separacion de "Astemp"**

$$S = \frac{A_{acero}}{A_s} * b \quad S = \frac{0.71}{2.7} \quad S = 26.296 \text{ cm}$$

*\*Separacion para el Acero por Temperatura.*



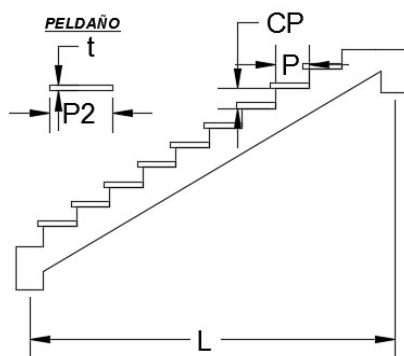
## DISEÑO DE ESCALERA APOYADA A UNA VIGA CENTRAL

### Datos:

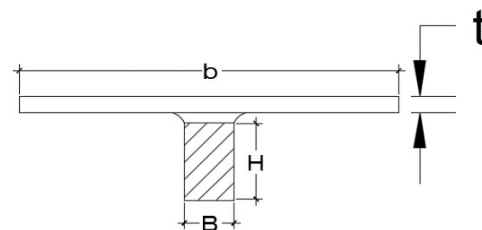
Material		
f'c	210	kg/cm <sup>2</sup>
f'y	4200	kg/cm <sup>2</sup>
γ	2.4	kg/cm <sup>2</sup>
Dimensiones		
b	1.5	m
P	0.25	m
P2	0.28	m
CP	0.17	m
t	0.05	m
L	4	m
B	0.25	m
H	0.3	m
Loads		
Dead Staircase		
Acab	100	kg/m <sup>2</sup>
Live Staircase		
S/C	400	kg/m <sup>2</sup>
Dead Peldaño		
Acab	50	kg/m <sup>2</sup>
Live Peldaño		
S/C	400	kg/m <sup>2</sup>

### MODELOS GRAFICOS

#### CORTE ESCALERA



#### CORTE PELDAÑO



### METRADO DE CARGAS

#### Carga Muerta

$$W(\text{Peso Propio}) = 2.4 * (0.3) * (0.25) = 0.180 \text{ Tn/m}$$

$$W(\text{Acabados}) = 0.1 * (1.5) = 0.150 \text{ Tn/m}$$

$$W(\text{Paso}) = 0.25 * 2.4 * \cos(\alpha) * \frac{0.17}{2} = 0.042 \text{ Tn/m}$$

$$\alpha = \text{atan}\left(\frac{17}{25}\right)$$

$$W(\text{Peldaño}) = 2.4 * 1.5 * 0.05 * \cos(\alpha) = 0.149 \text{ Tn/m}$$

#### Carga Viva

$$\text{SobreCarga(S/C)} = 0.4(1.5)$$

$$WD = 0.521 \text{ Tn/m} \quad * \text{Carga Aplicada en toda la Longitud de la Escalera(Viga).}$$

$$WL = 0.600 \text{ Tn/m} \quad * \text{Carga Viva Soportada en toda la Longitud de la Escalera (Viga).}$$

### Cargas Finales

#### CARGA DE SERVICIO

$$Wu1 = WD + WL \quad Wu1 = 1.121 \text{ Tn/m}$$

\*Carga Ultima de Servicio Aplicada a la Escalera.En el Diseño de la Viga.

#### CARGA ULTIMA

$$Wu2 = 1.4\left(\frac{WD}{\cos(\alpha)}\right) + 1.7WL \quad Wu2 = 1.902 \text{ Tn/m}$$

\*Carga Ultima Aplicada a Toda la Longitud de la Viga.

**Diseño de la Sección****Momentos**

$$MuN = \frac{1.54 * 4^2}{12}$$

$$MuN = 2.536 \text{ Tn}$$

$$MuP = \frac{1.54 * 4^2}{24}$$

$$MuP = 1.268 \text{ Tn}$$

\*Momento Positivo y Negativo Maximo Aplicada a la Viga,este se dio en funcion de Sus Apoyos,considerandose empotrado en ambos extremos.

**Diseño de Acero Longitudinal****Calculo de "a+"**

$$a = 24 - \sqrt{24^2 - 2 * \frac{1.268 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 210 * 25}} \quad d = 30 - 6 = 24.000 \text{ cm}$$

$$a = 1.354 \text{ cm}$$

\*Calculo del a(longitud del rectángulo de Whitney) para el Calculo de la Cantidad de Acero Positivo que sera Necesario.

**Calculo de "As+"**

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - \frac{a}{2})} \quad As(+)= \frac{1.268 * 10^5}{0.9 * 4200 * (24 - \frac{1.354}{2})} \quad As(+)= 1.438 \text{ cm}^2$$

\*Calculo del Acero Positivo Necesario para Soportar el Momento Positivo generado por la Escalera.

**Calculo de "a-"**

$$a = 24 - \sqrt{24^2 - 2 * \frac{2.536 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 210 * 25}}$$

$$a = 2.794 \text{ cm}$$

\*Calculo del a(longitud del rectángulo de Whitney) para el Calculo de la Cantidad de Acero Negativo que sera Necesario.

**Calculo de "As-"**

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - \frac{a}{2})} \quad As(+)= \frac{2.536 * 10^5}{0.9 * 4200 * (24 - \frac{1.354}{2})} \quad As(-)= 2.968 \text{ cm}^2$$

\*Calculo del Acero Negativo Necesario para Soportar el Momento Positivo generado por la Escalera

**Refuerzo Maximo y Minimo****Calculo de "AsMinimo"**

$$\begin{aligned} As_{min} &= 0.0033 * b * d \\ As_{min} &= 0.0033 * 25 * 24 \\ As_{min} &= 1.980 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

**Calculo de "AsMaximo"**

$$\begin{aligned} As_{max} &= 0.75 * 0.85 * \beta * \left( \frac{\epsilon_c}{(\epsilon_c + \epsilon_y)} \right) * \left( \frac{f_c}{f_y} \right) * b * d \\ As_{max} &= 9.563 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

\*Calculo del Acero Minimo y Maximo que puede tener la Viga.

**Acero Colocado**

$$\begin{aligned} As_{min} &= 1.980 \text{ cm}^2 \\ As_{max} &= 9.563 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

**Acero Positivo**

$$As(+)= 1.980 \text{ cm}^2$$

$$2\emptyset 1/2 = 2.58$$

**Acero Negativo**

$$As(-)= 2.968 \text{ cm}^2$$

$$3\emptyset 1/2 = 3.87$$

\*Acero Positivo y Negativo Colocado a la Viga para que Soporte las Cargas.

**Diseño por Cortante****Calculo de Vc**

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * \left( \frac{25 * 24}{1000} \right) \\ \emptyset V_c &= 3.917 \text{ tn} \end{aligned}$$

**Calculo de Vu**

$$\begin{aligned} \emptyset V_u &= 1.902 * \left( \frac{4}{2} \right) * \cos(\alpha) \\ \emptyset V_u &= 3.146 \text{ tn} \end{aligned}$$

$$\text{Estribaje Minimo } \emptyset 3/8, 1@0.05, 4@0.125, Rto@0.25m$$

Calculo de la Resistencia al Corte que Brinda el Concreto y la Cortante Ultima que es Aplicada a la Viga, al ser la segunda menor se colocara el Estribaje minimo para Vigas.

**Diseño de los Peldaños****Metrado de Cargas****Carga Muerta**

$$W(\text{Peso Propio}) = 2.4 * (0.05) * (0.28) = 0.034 \text{ Tn/m}$$

$$W(\text{Acabados}) = 0.05 * (0.28) = 0.014 \text{ Tn/m}$$

**Carga Viva**

$$W(S/C) = 0.4 * (0.28) = 0.112 \text{ Tn/m}$$

$$WD = 0.048 \text{ Tn/m} \quad *Carga Aplicada en en toda la Longitud de la Escalera(Viga).$$

$$WL = 0.112 \text{ Tn/m} \quad *Carga Viva Soportada en toda la Longitud de la Escalera (Viga).$$

$$W_u = 1.4WD + 1.7WL \quad W_u = 0.257 \text{ Tn/m}$$

\*Carga Ultima Aplicada al Peldaño en toda su Longitud.

**Diseño del Peldaño****Momento Ultimo**

$$M_u = \frac{W_u}{2} * \left(\frac{b - B}{2}\right) \quad M_u = \frac{0.257}{2} * \frac{1.5 - 0.25^2}{2} \quad M_u = 0.050 \text{ Tn/m}$$

\*Momento Ultimo generado en el Peldaño. Este se toma como un Empotrado en Voladizo, al estar anclado en un lado a la Viga.

**Cortante Ultimo**

$$V_u = W_u * \left(\frac{b - B}{2}\right) \quad V_u = 0.257 * \frac{1.5 - 0.25^2}{2} \quad V_u = 0.161 \text{ Tn/m}$$

\*Cortante Ultima Aplicada al Peldaño. Esta vendria a ser la Reaccion generada en la union Peldaño/Viga al ser un Empotrado en Voladizo.

**Diseño de Acero Longitudinal****Calculo de "a"**

$$a = 2.5 - \sqrt{2.5^2 - 2 * \frac{0.050 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 210 * 28}} \quad d = 5 - 2.5$$

$$d = 2.500 \text{ cm}$$

$$a = 0.496 \text{ cm}$$

\*Calculo del a (longitud del rectángulo de Whitney) para el Calculo de la Cantidad de Acero Necesario para el Peldaño.

**Calculo de "As"**

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad A_s = \frac{0.050 * 10^5}{0.9 * 4200 * \left(2.5 - \frac{0.496}{2}\right)} \quad A_s = 0.590 \text{ cm}^2$$

**1Ø3/8**

\*Acero Necesario para el Peldaño para poder soportar las Cargas de Flexion y Corte.

**Calculo de "AsMinimo"**

$$A_{smin} = 0.0033 * b * h \quad A_{smin} = 0.0033 * 28 * 5$$

$$A_{smin} = 0.252 \text{ cm}^2$$

\*Acero minimo que debe Tener de Refuerzo el Peldaño.

**Diseño por Cortante****Calculo de Vc**

$$\phi V_c = 1.1 * 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * \left(\frac{2.5 * 28}{1000}\right) \quad \phi V_c = 0.503 \text{ tn}$$

**Estribaje Minimo Ø 3/8, 1@0.05, 4@0.125, Rto@0.25m**

Calculo de la Resistencia al Corte que Brinda el Concreto, al ser la segunda menor se colocara el Estribaje minimo para Vigas.

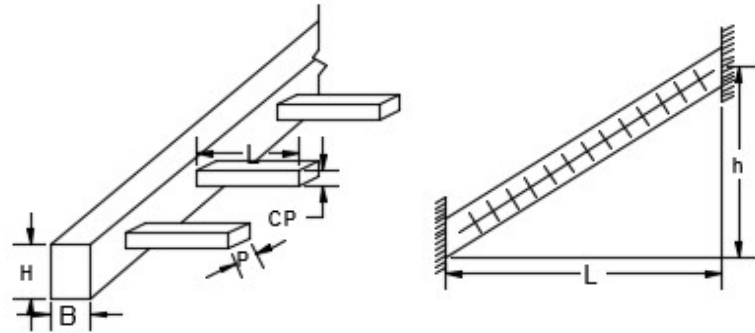
## DISEÑO DE ESCALERA APOYADA TRANSVERSALMENTE/EN VOLADIZO-VIGA

### Datos:

Material		
f'c	175	kg/cm <sup>2</sup>
f'y	4200	kg/cm <sup>2</sup>
γ	2.4	tn/m <sup>3</sup>
Dimensiones		
b	1.4	m
P	0.3	m
CP	0.1	m
L	3	m
h	1.2	m
B	0.25	m
H	0.60	m
Loads		
Dead Staircase		
Acab	100	kg/m <sup>2</sup>
Live Staircase		
S/C	500	kg/m <sup>2</sup>

### MODELOS GRAFICOS

#### MODELO GEOMETRICO



### METRADO DE CARGAS

#### Carga Muerta

$$W(\text{P.P. Viga}) = 2.4 * (0.25) * (0.60) = 0.360 \text{ Tn/m}$$

$$W(\text{Peldaños}) = 2.4 * (0.10) * (0.30) = 0.072 \text{ Tn/m}$$

$$W(\text{Acabados}) = 0.1 * 0.30 = 0.030 \text{ Tn/m}$$

$$N^{\circ} \text{ Peld} = 10$$

$$W(1 \text{ Peldaño}) = 0.102 \text{ Tn/m}$$

$$P(\text{Total Peldaños}) = 1.428 \text{ Tn}$$

$$W(\text{Peld. En Viga}) = 0.476 \text{ Tn/m}$$

#### Carga Viva

$$\text{SobreCarga(S/C)} = 0.5(0.30)(1.4)(10)/3$$

$$WD = 0.836 \text{ Tn/m} \quad *Carga \text{ Aplicada en en toda la Longitud de la Escalera(Viga).}$$

$$WL = 0.700 \text{ Tn/m} \quad *Carga \text{ Viva Soportada en toda la Longitud de la Escalera (Viga).}$$

### Cargas Finales

#### CARGA ULTIMA

$$W_u = 1.4 \left( \frac{WD}{\cos(\alpha)} \right) + 1.7WL \quad W_u = 2.451 \text{ Tn/m}$$

\*Carga Aplicada a la Escalera.En el Diseño de la Viga.

### Diseño de la Seccion

#### Momentos

$$MuN = \frac{2.451 * 3^2}{12}$$

$$MuN = 1.838 \text{ Tn}$$

$$MuP = \frac{2.451 * 3^2}{24}$$

$$MuP = 0.919 \text{ Tn}$$

Momento Negativo y Positivo Generado en la Viga, esta se considera Empotrado en ambos extremo

**Diseño de Acero Longitudinal****Calculo de "a+"**

$$a = 54 - \sqrt{54^2 - 2 * \frac{0.919 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 175 * 25}} \quad \begin{array}{l} d = 60 - 6 \\ d = 54.000 \text{ cm} \end{array}$$

$$a = 0.511 \text{ cm}$$

\*Calculo del a(longitud del rectángulo de Whitney) para el Calculo de la Cantidad de Acero Positivo que sera Necesario.

**Calculo de "As+"**

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - \frac{a}{2})} \quad As(+)= \frac{1.378 * 10^5}{0.9 * 4200 * (54 - \frac{0.768}{2})} \quad As(+)= 0.452 \text{ cm}^2$$

\*Calculo del Acero Positivo Necesario para Soportar los Momentos Positivos en la Viga.

**Calculo de "a-"**

$$a = 54 - \sqrt{54^2 - 2 * \frac{1.838 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 175 * 25}}$$

$$a = 1.027 \text{ cm}$$

\*Calculo del a(longitud del rectángulo de Whitney) para el Calculo de la Cantidad de Acero Negativo que sera Necesario.

**Calculo de "As-"**

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - \frac{a}{2})} \quad As(-)= \frac{1.838 * 10^5}{0.9 * 4200 * (54 - \frac{1.027}{2})} \quad As(-)= 0.909 \text{ cm}^2$$

\*Calculo del Acero Negativo Necesario para Soportar los Momentos Negativos en la Viga.

**Refuerzo Maximo y Minimo****Calculo de "AsMinimo"**

$$\begin{aligned} As_{min} &= 0.0033 * b * d \\ As_{min} &= 0.0033 * 25 * 54 \\ As_{min} &= 4.455 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

**Calculo de "AsMaximo"**

$$\begin{aligned} As_{max} &= 0.75 * 0.85 * \beta * \left( \frac{\epsilon_c}{(\epsilon_c + \epsilon_y)} \right) * \left( \frac{f_c}{f_y} \right) * b * d \\ As_{max} &= 17.930 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

\*Calculo del Acero Minimo y Maximo que puede tener la Viga.

**Acero Colocado**

$$\begin{aligned} As_{min} &= 4.455 \text{ cm}^2 \\ As_{max} &= 17.930 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

**Acero Positivo**

$$As(+)= 4.455 \text{ cm}^2$$

$$4\phi 1/2 = 5.08$$

**Acero Negativo**

$$As(-)= 4.455 \text{ cm}^2$$

$$4\phi 1/2 = 5.08$$

\*Acero Positivo y Negativo Colocado a la Viga para que Soporte las Cargas.

**Diseño por Cortante****Calculo de Vc**

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{175} * \left(\frac{25 * 54}{1000}\right)$$

$$\phi V_c = 8.045 \text{ tn}$$

**Calculo de Vu**

$$V_u = 2.451 * \left(\frac{3}{2}\right) * \cos(\alpha)$$

$$V_u = 3.413 \text{ tn}$$

**Estribaje Minimo  $\phi 3/8, 1@0.05, 4@0.125, Rto@0.25m$** 

\*Al soportar solamente el concreto la fuerza cortante que exige la Carga no se necesita Refuerzo por Cortante entonces  $V_s=0$

**Calculo Momento Torsor****Cargas**

W(P.Peldaño)	= 2.4 * (0.1)	0.240 Tn/m <sup>2</sup>	WD =	0.340 Tn/m <sup>2</sup>
W(P.Acabados)	= (0.1)	0.100 Tn/m <sup>2</sup>		
W(S/C)	= (0.5)	0.500 Tn/m <sup>2</sup>	WL =	0.500 Tn/m <sup>2</sup>

\*Carga Muerta y Viva aplicada a la Viga.Por el Peldaño.

**Carga Ultima**

$$W_u = 1.4WD + 1.7WL \quad W_u = 1.326 \text{ Tn/m}^2$$

\*Carga Ultima Aplicada a la Viga,generada por el Peldaño el cual genera un Momento Torsor,

**Momento Ultimo en la Viga**

$$W_{Me} = \left(\frac{1}{2}\right) * 1.326 * (1.4^2) \quad W_{me} = 1.299 \text{ Tn-m/m}$$

\*Momento Ultimo Generado en la Viga por el Peldaño.

**Momento Torsor Ultimo**

$$M_{tu} = 1.299 * \left(\frac{3.23}{2}\right) \quad M_{tu} = 2.099 \text{ Tn-m}$$

\*Momento Torsor Generado por el Momento Ultimo en la Viga,el cual es Generado por el Peldaño a la Viga.

**Diseño por Torsion**

$A_{cp} = 25 * 60$	$A_{cp} =$	1,500 cm <sup>2</sup>
$P_{cp} = 2(25 + 60)$	$P_{cp} =$	170 cm
$A_{oh} = (25 - 8)(60 - 8)$	$A_{oh} =$	884 cm <sup>2</sup>
$P_h = 2(25 - 8) + 2(60 - 8)$	$P_h =$	138 cm

\*Coeficientes del Area del Estribo/Area de la Viga/Perimetro del Estribo/Perimetro de la Viga Generados para el Calculo del Refuerzo por Torsion.

**Torsion Limite**

$$T_{lim} = 0.85 * 0.5 * 0.53 * \sqrt{175} * \left(\frac{1500^2}{170}\right) \quad T_{lim} = 0.3944 \text{ tn-m}$$

$$0.3944 < 2.099^*$$

\*Al ser menor solamente el concreto no soporta la torsion por lo cual se diseña Acero por Torsion.



**Comprobacion de la Seccion**

$$\sqrt{\left(\frac{3.413 * 1000}{25 * 54}\right)^2 + \left(\frac{2.099 * 10^5 * 138}{1.7 * 884^2}\right)^2} \leq 0.85 * (2.6\sqrt{175})$$

$$21.9540 \text{ kg/cm}^2 \leq 29.2356 \text{ kg/cm}^2 \quad *$$

\*La Seccion soporta la torsion ,no es necesario redimensionar.

**Refuerzo de Acero por Torsion**

$$\frac{2A_{st}}{S} = \left(\frac{2.099 * 10^5}{0.85 * (0.85 * 884) * 4200}\right) \quad \frac{2A_{st}}{S} = 0.0783 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

\*Refuerzo Necesario para Soportar las Cargas por Torsion.

**Estribaje por Torsion**

$$\left(\frac{A_{stv}}{S} + \frac{2A_{stt}}{S}\right) = (0 + 0.078) = 0.0783 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$\left(\frac{A_{stmin}}{S}\right) = \left(\frac{3.5 * 25}{4200}\right) = 0.0208 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

\*Usamos el Primer Valor de Estribaje para Soportar la Torsion Generada por ser el Mayor.

$$\frac{A_{st}}{S} = 0.078 \text{ cm}^2/\text{cm} \quad S = \frac{2 * 0.71}{0.078} = 18.144 \text{ cm}$$

**Estribaje Usado  $\varnothing 3/8, 1@0.05, 4@0.125, Rto@0.175 \text{ m}$**

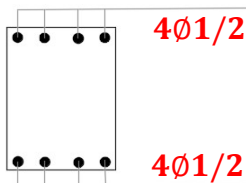
\*Calculo de la Cantidad/Separacion del Estribaje para los efectos de Torsion.

**Acero Longitudinal Por Torsion**

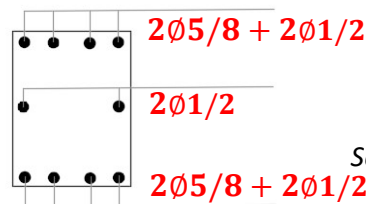
$$A_{sl} = \frac{0.078}{2} * 138 = 5.400 \text{ cm}^2 \quad *$$

\*La distribucion se realiza de manera homogenea dando prioridad primero a los extremos y luego al medio pero para realizar una distribucion mas practica se dividira el total entre 3 y se asignara un valor aproximado a los lados antes mencionados.

**Armado Final de la Viga**



**Armado Inicial**



**Rediseño**

$$2.045 * 2 + 2 * 1.27$$

$$6.63 > 5.4$$

Se distribuyo correctamente

\*Armado de Acero en la Viga.

## Diseño de los Peldaños

### Metrado de Cargas

#### Carga Muerta

$$W(\text{Peso Propio}) = 2.4 * (0.10 * 0.30 * 1.4) = 0.101 \text{ Tn}$$

$$W(\text{Acabados}) = 0.1 * 0.30 * 1.4 = 0.042 \text{ Tn}$$

#### Carga Viva

$$W(S/C) = 0.5 * 0.30 * 1.4 = 0.210 \text{ Tn}$$

$$W_u = 1.4WD + 1.7WL$$

$$W_u = 0.557 \text{ Tn/m}$$

\*Cargas Aplicadas en el Peldaño y Carga Ultima de las mismas.

### Diseño del Peldaño

#### Momento Ultimo

$$M_u = \text{#####}$$

#### Cortante Ultimo

$$V_u = 0.278 \text{ Tn}$$

\*Calculo del Momento y Cortante Ultima generada por el Peldaño.

### Diseño de Acero Longitudinal

#### Calculo de "a"

$$a = 7.5 - \sqrt{7.5^2 - 2 * \frac{0.390 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 175 * 30}} \quad d = 10 - 2.5 = 7.500 \text{ cm}$$

$$a = 1.431 \text{ cm}$$

\*Calculo del a(longitud del rectángulo de Whitney) para el Calculo de la Cantidad de Acero que sera Necesario.

#### Calculo de "As"

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * (d - \frac{a}{2})} \quad A_s = \frac{0.050 * 10^5}{0.9 * 4200 * (2.5 - \frac{0.496}{2})} \quad A_s = 1.520 \text{ cm}^2$$

**2Ø3/8**

\*Calculo del Refuerzo de Acero Necesario para el Peldaño.

#### Calculo de "AsMinimo"

$$A_{smin} = 0.0033 * b * h \quad A_{smin} = 0.0033 * 30 * 7.5$$

$$A_{smin} = 0.743 \text{ cm}^2$$

\*Calculo del Refuerzo minimo que debe tener el Peldaño.

### Diseño por Cortante

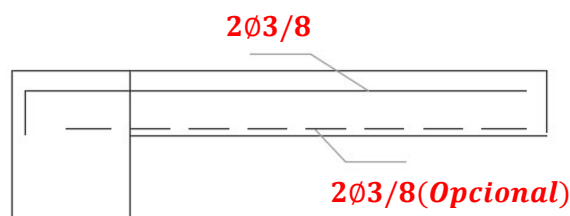
#### Calculo de Vc

$$\phi V_c = 1.1 * 0.85 * 0.53 * \sqrt{175} * \left(\frac{2.5 * 28}{1000}\right)$$

$$\phi V_c = 1.475 \text{ tn}$$

$$\phi V_u = 0.278 \text{ tn}$$

\*Cortante Ultima y Resistencia al Corte que genera el Concreto, al ser menor la Cortante Ultimo el Peldaño no Necesitara Estribo. O en este caso refuerzo Transversal.



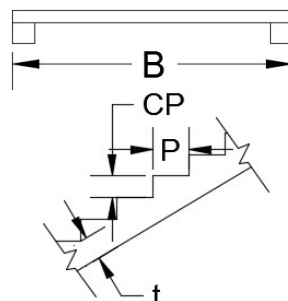
## DISEÑO DE ESCALERA APOYADA TRANSVERSALMENTE

### Datos:

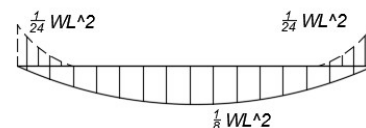
Material		
f'c	175	kg/cm <sup>2</sup>
f'y	4200	kg/cm <sup>2</sup>
γ	2.4	kg/cm <sup>2</sup>
Dimensiones		
b	3	m
P	0.3	m
CP	0.17	m
t	0.06	m
Loads		
<i>Dead</i>		
Acab	100	kg/m <sup>2</sup>
<i>Live</i>		
S/C	400	kg/m <sup>2</sup>

### MODELOS GRAFICOS

#### MODELO GEOMETRICO



#### MODELO MATEMATICO



### METRADO DE CARGAS

#### Carga Muerta

$$W(\text{P.Prop}+\text{Paso}) = 2.4 * (0.2045) \quad 0.491 \text{ Tn/m}^2$$

$$W(\text{Acabados}) = 0.1 \quad 0.100 \text{ Tn/m}^2$$

$$\text{Espesor Total} = 0.17 + \left( \frac{0.06/\cos(\alpha)}{2} \right) \quad 0.204 \text{ m}$$

$$\alpha = \text{atan}\left(\frac{17}{25}\right)$$

#### Carga Viva

$$\text{SobreCarga(S/C)} = 0.4$$

$$WD = 0.591 \text{ Tn/m}^2$$

\*Carga Muerta Aplicada sobre todo el Escalon.

$$WL = 0.400 \text{ Tn/m}^2$$

\*Carga Viva Aplicada sobre todo el Escalon.

### Carga Ultima

$$Wu = (1.4WD + 1.7WL) * \cos(\alpha)^2 \quad Wu = 1.141 \text{ Tn/m}^2$$

\*Carga Ultima Aplicada en toda la Longitud de la Escalera.

#### Carga Ultima por Paso

$$W(p)u = 1.141 * \left( \frac{0.30}{\cos(29.54)} \right) \quad W(p)u = 0.393 \text{ Tn/m}$$

\*Carga Ultima Aplicada en cada uno de los Escalones de la Escalera.

### Reacciones

#### Reaccion en A

$$Ra = 0.393 \left( \frac{3}{2} \right)$$

$$Ra = 0.590 \text{ Tn}$$

#### Reaccion en B

$$Ra = Rb$$

$$Rb = 0.590 \text{ Tn}$$

\*Reacciones Aplicadas en cada Escalon.

**Momento****Momento Positivo**

$$M^+ = \frac{1}{8} * (0.39)(3^2)$$

$$M^+ = 0.443 \text{ m}$$

\*Momento Positivo y Negativo Aplicado en cada Escalon.

**Momento Negativo**

$$M^- = \frac{1}{24} * (0.39)(3^2)$$

$$M^- = 0.148 \text{ Tn-m}$$

**Diseño de Acero Longitudinal****Calculo de "d"**

$$h = 17 + \frac{6}{\cos(29.54)} = 23.896 \text{ cm} \quad h' = 23.9 * \cos(29.54) = 20.790 \text{ cm}$$

$$d = h' - 3 = 17.790 \text{ cm}$$

\*Calculo de la Distancia del Borde Superior al Centro del Refuerzo

**Calculo de "As+"**

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - \frac{2a}{3})} \quad As(+)= \frac{0.44 * 10^5}{0.9 * 4200 * (17.79 - \frac{2(3)}{3})}$$

$$As(+)(Aprox) = 0.741 \text{ cm}^2$$

\*Calculo del Refuerzo de Acero Aproximado a partir de la Ecuacion General por Escalon.

**Calculo de "AsMinimo"**

$$Asmin = 0.0018 * b * h$$

$$Asmin = 0.0018 * 20.79 * 34.48$$

$$Asmin = 1.290 \text{ cm}^2$$

**Calculo de "AsMaximo"**

$$Asmax = 0.75 * 0.85 * \beta * \left( \frac{\epsilon_c}{(\epsilon_c + \epsilon_y)} \right) * \left( \frac{f_c}{f_y} \right) * b * d$$

$$Asmax = 8.147 \text{ cm}^2$$

\*Calculo del Acero Minimo y Maximo que puede tener cada Escalon.

$$a = \sqrt{\frac{As * fy}{0.85 * f'c * tg(\beta)}}$$

$$a = \sqrt{\frac{0.741 * 4200}{0.85 * 175 * 1}}$$

$$a = 4.575 \text{ cm}^2$$

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - \frac{2a}{3})}$$

$$As = \frac{0.44 * 10^5}{0.9 * 4200 * (17.79 - \frac{2(4.575)}{3})}$$

$$As(+)= 0.794 \text{ cm}^2 \quad *$$

\*Calculo del Refuerzo Real Aplicado para cada Escalon. Se usara el Refuerzo Minimo al ser el primero Menor.

**Cantidad de "As+" por Paso**

$$C = \frac{As}{Aacero}$$

$$C = \frac{1.29}{0.71}$$

$$C = 1.817$$

$$2\phi 3/8 = 1.42$$

\*Cantidad de Acero Positivo Aplicado en Cada Escalon.

**Calculo de "As"**

$$a = d - \sqrt{d^2 - 2 * \frac{Mu}{\phi * 0.85 * f'c * b}}$$

$$a = 17.790 - \sqrt{17.790^2 - 2 * \frac{0.148 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 175 * 100}}$$

$$a = 0.181 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

$$As(-) = \frac{0.148 * 10^5}{0.9 * 4200 * (12.525 - \frac{1.131}{2})}$$

$$As(-) = 0.220 \text{ cm}^2$$

*\*Calulo del Refuerzo Real Aplicado para cada Escalon. Se usara el Refuerzo Minimo al ser el primero Menor.*

**Calculo de "AsMinimo"**

$$Asmin = 0.0018 * b * h$$

$$Asmin = 0.0018 * 23.9/2 * 34.48$$

$$Asmin = 0.742 \text{ cm}^2$$

**Calculo de "AsMaximo"**

$$Asmax = 0.75 * 0.85 * \beta * \left( \frac{\epsilon_c}{(\epsilon_c + \epsilon_y)} \right) * \left( \frac{f_c}{f_y} \right) * b * d$$

$$Asmax = 5.472 \text{ cm}^2$$

*\*Calculo del Acero Minimo y Maximo que puede tener cada Escalon.*

**Cantidad de "As-" por Paso**

$$C = \frac{As}{Aacero} \quad C = \frac{0.742}{0.71} \quad C = 1.044 \quad \mathbf{1\phi 3/8}$$

*\*Cantidad de Acero Negativo Aplicado en Cada Escalon.*

**Diseño de Acero por Temperatura****Calculo de "Astemp"**

$$Asmin = 0.0018 * 100 * h$$

$$Asmin = 0.0018 * 100 * 6$$

$$Asmin = 1.080 \text{ cm}^2$$

*\*Refuerzo Minimo que debe Tener cada Escalon para el Acero de Temperatura del mismo*

**Separacion de "Astemp"**

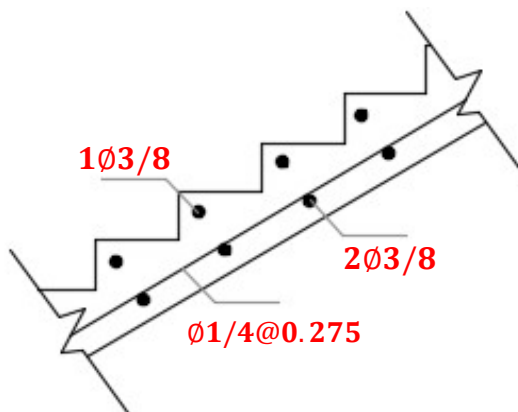
$$S = \frac{Aacero}{As} * b$$

$$S = \frac{0.32}{1.080} * 100$$

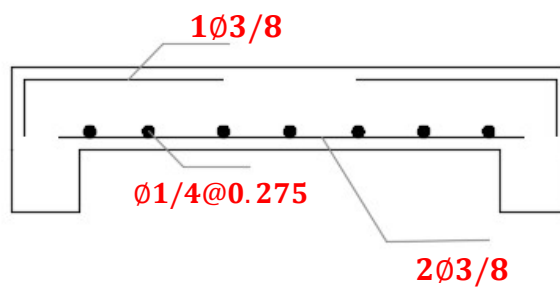
$$S = 29.630 \text{ cm} \quad \mathbf{\phi 1/4 @ 0.275m}$$

*\*Separacion para el Refuerzo por Temperatura por Escalon.*

**Armado Final**



*\*Corte de la escalera en toda su Longitud ,se visualiza el Refuerzo Longitudinal por Escalon y el Refuerzo por Temperatura.*



*\*Corte del Escalon en toda su Longitud,se visualiza el Refuerzo Negativo y Positivo por Escalon y el Acero por Temperatura.*

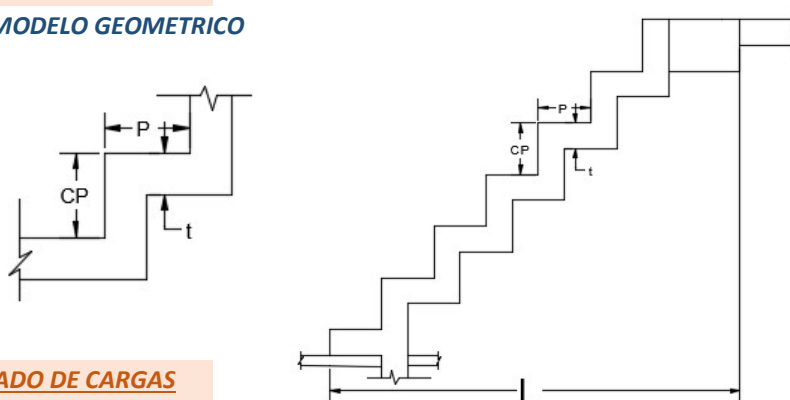
## DISEÑO DE ESCALERA APOYADA LONGITUDINALMENTE (ORTOPOLIGONAL)

### Datos:

Material		
f'c	175	kg/cm <sup>2</sup>
f'y	4200	kg/cm <sup>2</sup>
γ	2.4	tn/m <sup>3</sup>
Dimensiones		
b	1	m
P	0.275	m
CP	0.175	m
t	0.125	m
L	3.3	m
Loads		
<i>Dead</i>		
Acab	100	kg/m <sup>2</sup>
<i>Live</i>		
S/C	500	kg/m <sup>2</sup>

### MODELOS GRAFICOS

#### MODELO GEOMETRICO



### METRADO DE CARGAS

#### Carga Muerta

$$\begin{aligned}
 W(\text{Peso Propio}) &= 0.4 * 1 * 0.125 * 2.4 && 0.120 \text{ Tn} \\
 &= 0.05 * 1 * 0.125 * 2.4 && 0.015 \text{ Tn} \\
 W(\text{Acabados}) &= 0.1 * 1 * 0.275 && 0.028 \text{ Tn}
 \end{aligned}$$

#### Carga Viva

$$\text{SobreCarga(S/C)} = 0.5(1.0)(0.275) WL = 0.138 \text{ Tn}$$

$$WD = 0.163 \text{ Tn} \quad \text{*Carga Muerta Aplicada en cada Escalon.}$$

$$WL = 0.138 \text{ Tn} \quad \text{*Carga Viva Aplicada en cada Escalon.}$$

### Cargas Ultimas

#### Carga Puntual

$$Wu1 = 1.4(WD) + 1.7WL \quad Wu1 = 0.461 \text{ Tn}$$

\*Carga Puntual Aplicada en medio de un Escalon.

#### Distribuida

$$Wu2 = Wu1/0.275 \quad Wu2 = 1.677 \text{ Tn/m}$$

\*Carga Distribuida Aplicada en toda la Longitud de 1 Escalon.

### Reacciones

#### Reaccion en A

$$Ra = \frac{1.677 * 3.30}{2}$$

$$Ra = 2.768 \text{ Tn}$$

#### Reaccion en B

$$Ra = R$$

$$Rb = 2.768 \text{ Tn}$$

\*Reacciones Aplicadas en cada Escalon.

**Momento****Momento Positivo**

$$M_{\max(+)} = \frac{W * L^2}{24}$$

$$M+ = 0.761 \text{ m}$$

**Momento Negativo**

$$M_{\max(-)} = \frac{W * L^2}{12}$$

$$M- = 1.522 \text{ Tn-m}$$

\*Momento Positivo y Negativo Aplicado en cada Escalon.

**Diseño de Acero Longitudinal****Calculo de "a(+)"**

$$a = d - \sqrt{d^2 - 2 * \frac{Mu}{\phi * 0.85 * f'c * b}}$$

$$a = 15.025 - \sqrt{15.025^2 - 2 * \frac{0.761 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 175 * 100}}$$

$$a = 0.383 \text{ cm}$$

\*Calculo del a(longitud del rectángulo de Whitney) para el Calculo de la Cantidad de Acero Positivo que sera Necesario.

**Calculo de "As+"**

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

$$As(+)= \frac{0.761 * 10^5}{0.9 * 4200 * (15.025 - \frac{0.777}{2})}$$

$$As(+)= 1.357 \text{ cm}^2$$

\*Refuerzo Positivo necesario para Soportar los Momentos Positivos por Escalon.

**Calculo de "AsMinimo"**

$$As_{\min} = 0.0018 * b * h$$

$$As_{\min} = 0.0018 * 100 * 15$$

$$As_{\min} = 2.705 \text{ cm}^2$$

**Calculo de "AsMaximo"**

$$As_{\max} = 0.75 * 0.85 * \beta * \left( \frac{\epsilon_c}{(\epsilon_c + \epsilon_y)} \right) * \left( \frac{f_c}{f_y} \right) * b * d$$

$$As_{\max} = 19.955 \text{ cm}^2$$

\*Calculo del Refuerzo Minimo y Maximo que puede tener cada Escalon.

**Cantidad de "As(+)"**

$$C = \frac{A_{\text{acero}}}{As}$$

$$C = \frac{2.751}{0.71}$$

$$C = 4 \text{ cm}$$

$$4\phi 3/8$$

\*Cantidad de Acero Aplicado en Cada Escalon para Soportar los Momentos Positivos.



**Calculo de "a(-)"**

$$a = d - \sqrt{d^2 - 2 * \frac{Mu}{\phi * 0.85 * f'c * b}}$$

$$a = 15.025 - \sqrt{15.025^2 - 2 * \frac{1.522 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 175 * 100}}$$

$$a = 0.777 \text{ cm}$$

**Calculo de "As(-)"**

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

$$As(-) = \frac{0.761 * 10^5}{0.9 * 4200 * (15.025 - \frac{0.777}{2})}$$

$$As = 2.715 \text{ cm}^2$$

*\*Reforzo Negativo Necesario para Soportar los Momentos Negativos en la Escalera.*

**Cantidad de "As(-)"**

$$C = \frac{A_{acero}}{As} \quad C = \frac{2.705}{0.71} \quad C = 4 \text{ cm} \quad \mathbf{4\phi 3/8}$$

*\*Cantidad de Refuerzo Negativo necesario por Escalon.*

**Diseño de Acero Transversal****Calculo de "Astrans"**

$$AsT = \frac{2}{3} As_{max} \quad AsT = \frac{2}{3} * 2.751$$

$$AsT = 1.810 \text{ cm}^2 *$$

*\*Este valor es menor al acero usado de confinamiento y que se coloca transversalmente, por lo cual se adopta solo el acero de confinamiento.*

**Armado de la Escalera**